

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP2005/003825

International filing date: 01 March 2005 (01.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-058031  
Filing date: 02 March 2004 (02.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 17 March 2005 (17.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

01.3.2005

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 4 年   3 月   2 日  
Date of Application:

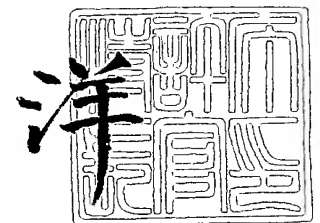
出 願 番 号            特 願 2 0 0 4 - 0 5 8 0 3 1  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 4 - 0 5 8 0 3 1 ]

出      願      人            独 立 行 政 法 人 科 学 技 術 振 興 機 構  
Applicant(s):

2 0 0 5 年   1 月 3 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 Y2003-P464  
【提出日】 平成16年 3月 2日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01Q 13/10  
【発明者】  
    【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区国見 6 丁目 1 4 番 6 号  
    【氏名】 水野 皓司  
【発明者】  
    【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区八幡 4 丁目 1 番 3 1 号  
    【氏名】 澤谷 邦男  
【発明者】  
    【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区角五郎 2 丁目 1 5 番 1 号の 4 0 1  
    【氏名】 佐藤 弘康  
【発明者】  
    【住所又は居所】 宮城県仙台市泉区鶴が丘 4 丁目 1 6 番 2 0 号  
    【氏名】 我妻 壽彦  
【特許出願人】  
    【識別番号】 503360115  
    【氏名又は名称】 独立行政法人科学技術振興機構  
【代理人】  
    【識別番号】 100122884  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 角田 芳末  
    【電話番号】 03-3343-5821  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100113516  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 磯山 弘信  
    【電話番号】 03-3343-5821  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 176420  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

## 【書類名】特許請求の範囲

## 【請求項 1】

ミリ波の受信画像化に必要な広帯域で円形指向性を有するコルゲート付フェルミアンテナの設計方法であって、前記フェルミアンテナのテーパ関数であるフェルミディラック関数の変曲点を変化させて、H面のビーム幅を目標の指向性を有するビーム幅に設定するとともに、

前記フェルミアンテナの開口幅を変化させて、E面のビーム幅を前記目標の指向性を有するビーム幅に設定することにより、広帯域かつ円形指向性を実現することを特徴とするフェルミアンテナの設計方法。

## 【請求項 2】

ミリ波の受信画像化に必要な広帯域で円形指向性を有するコルゲート付フェルミアンテナの設計方法であって、

広帯域周波数の中心周波数またはそれに対応する波長を与えるステップと、

前記フェルミアンテナの誘電体基板の実効厚を決定するステップと、

前記フェルミアンテナのアンテナ長を決定するステップと、

前記フェルミアンテナの前記コルゲートの幅、ピッチ及び高さを決定するステップと、

前記フェルミアンテナのテーパ形状を形成するフェルミディラック関数のパラメータを決定するステップと、

前記フェルミアンテナから放射される電波のH面とE面のビーム幅の目標値を設定するステップと、

前記フェルミ関数の変曲点を任意に設定した後に、前記H面のビーム幅を前記予め設定したH面のビーム幅の目標値と比較するH面ビーム幅比較ステップと、

前記H面ビーム幅比較ステップにおいて、前記目標値に一致しないときは、変曲点の位置を変化させた後、再び前記H面のビーム幅を前記予め設定したH面のビーム幅の目標値と比較するステップを繰り返すH面ビーム幅決定サイクルと、

前記H面ビーム幅比較ステップにおいて、H面ビーム幅が予め設定したH面ビーム幅と一致したときに、前記フェルミアンテナの開口幅を設定するステップと、

前記設定した開口幅に基づいて放射される電波のE面のビーム幅と、前記予め設定したE面のビーム幅の目標値と比較するE面ビーム幅比較ステップと、

前記E面ビーム幅比較ステップにおいて、前記目標値に一致しないときは、前記開口幅を変化させ、再び前記E面のビーム幅を前記予め設定したE面のビーム幅の目標値と比較するステップを繰り返すE面ビーム幅決定サイクルと、

を含み、前記H面ビーム幅と前記E面ビーム幅の双方とも略等しい円形指向性を有するように設計することを特徴とする広帯域フェルミアンテナの設計方法。

## 【請求項 3】

ミリ波の受信画像化に必要な広帯域で円形指向性を有するコルゲート付フェルミアンテナを設計するためのプログラムであって、

広帯域周波数の中心周波数またはそれに対応する波長を与える手順と、

前記フェルミアンテナの誘電体基板の実効厚を決定する手順と、

前記フェルミアンテナのアンテナ長を決定する手順と、

前記フェルミアンテナの前記コルゲートの幅、ピッチ及び高さを決定する手順と、

前記フェルミアンテナのテーパ形状を形成するフェルミディラック関数のパラメータを決定する手順と、

前記フェルミアンテナから放射される電波のH面とE面のビーム幅の目標値を設定する手順と、

前記フェルミ関数の変曲点を任意に設定した後に、前記H面のビーム幅を前記予め設定したH面のビーム幅の目標値と比較する手順と、

前記H面ビーム幅が前記目標値に一致しないときは、前記変曲点の位置を変化させた後、前記H面のビーム幅と前記H面のビーム幅の目標値と比較する手順を繰り返し、前記前記H面ビーム幅を比較する手順において、H面ビーム幅が予め設定したH面ビーム幅と一

致したときに、前記フェルミアンテナの開口幅を設定する手順と、

前記設定した開口幅に基づいて放射される電波のE面のビーム幅と、前記予め設定したE面のビーム幅の目標値を比較する手順と、

前記E面ビーム幅を比較する手順において、前記E面のビーム幅が前記E面ビーム幅の目標値に一致しないときは、前記開口幅を変化させて前記E面のビーム幅を前記予め設定したE面のビーム幅の目標値と比較する手順を繰り返すことにより、

前記H面ビーム幅と前記E面ビーム幅の双方とも略等しい円形指向性を有するように設計するための手順を実行する広帯域フェルミアンテナの設計のためのプログラム。

【書類名】明細書

【発明の名称】広帯域フェルミアンテナの設計方法及び設計プログラム

【技術分野】

【0001】

本発明は、テーパスロットアンテナTSAの一つである広帯域フェルミアンテナの設計方法及びその設計プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

ミリ波を用いてリアルタイムで映像を受信するパッシブイメージングは、天候に左右されることなく、建物や人体を含むすべての対象物のイメージを得ることができるため、その実用化が期待されている。ミリ波とは波長が10mmから1mm程度の電磁波をさし、周波数としては30GHz帯から300GHz帯がそれに該当する。このミリ波帯の電磁波はマイクロ波帯と比較した場合、a)小型軽量のシステムが実現できる、b)鋭い指向性が得られるため、干渉や混信が起りにくい、c)周波数帯が広いため、大容量の情報を扱うことができる、d)センシングに用いた場合に高分解能が得られる、などの特徴を有し、また、可視あるいは赤外領域と比較した場合、e)霧や降雨による減衰が極めて少ない、f)塵・ほこりなどに対する透過性もよく、耐環境性に優れている、といった特徴が挙げられる。

【0003】

ミリ波を用いたイメージングの方式には、大きく分けてアクティブイメージングとパッシブイメージングの二つの方式がある。アクティブイメージングは、発信器から放射されるコヒーレントなミリ波を物体に照射し、その反射波または透過波を受信検波して、受信強度あるいは位相に応じた画像を得るものである。この方式はレーダやプラズマ電子密度計測などに用いられている。

【0004】

また、パッシブイメージングは、あらゆる物体がその絶対温度に比例して放射している熱雑音の、ミリ波帯の部分を広帯域にわたって受信し、これを検波・増幅して画像を得る方式である。発信器を必要としないこと、また、インコヒーレントな波を受信するため干渉の影響がなく信号処理が容易である等の利点があるが、受信信号が熱雑音という非常に微弱なものであるだけに低雑音・高感度の受信機が要求される。この方式は大気中のオゾンや一酸化炭素などを計測するラジオメータや電波天文学の分野などに利用されている。

【0005】

このミリ波を用いたリアルタイムなパッシブイメージングは、図21に示すように、人や物などの対象物100から発生するサーマルノイズ（熱雑音）を円形の指向性を有するレンズアンテナ101を介して、レンズアンテナ101の焦点の位置に配置されたイメージング用受光素子102で受信することによって行われる。このため、レンズアンテナ101と整合性の取れたイメージング受光素子（アンテナ）の開発が極めて重要なものとなっている。通常は、レンズアンテナ101の直径（D）はその焦点距離（f）と等しく設計され、 $f/D=1$ のとき最も良い状態のパッシブイメージングが行われるとされている。

【0006】

リアルタイムなイメージング方法には機械的な走査を行ってやる方法があるが、この方法では走査のための複雑な機構が必要であり、また計測に多くの時間がかかるためリアルタイムの画像を得ることが困難である。これに対して、数多くの受信素子を2次元配列して像を得るイメージングアレイ方式は、走査機構が不要であり、短時間で計測することができるのでリアルタイムの画像化が可能である。図21では、1個のイメージング受光素子102が描かれているが、実際には複数のイメージング受光素子（アンテナ）がアレイ状に並んでいる。

【0007】

また、このイメージング用受光素子102に適したアンテナとしては、レンズアンテナ101が円形の指向性を有することから、このレンズアンテナ101との整合性のために

E面指向性とH面指向性とがほぼ等しいことが要求されている。ここでE面(xz平面)は電界の共振面であり、H面(xy平面)はE面に垂直な面である。一般的には、E面に対しては強く共振して対象物からの映像が受信できたとしても、H面の指向性がない場合が多く、それによって変換効率が落ち、利得も低くなってしまうという問題がある。

また、更に要求される特性としては、広帯域でかつ集積化やアレイ化に適したものであるほかに、アレイ素子の数がイメージングの画素を決定するので、所定の面積にできるだけ多くのアンテナを配列できることなどが挙げられている。さらに、受信した信号を検波器のノイズレベルまで増幅する必要があるが、アンテナとしては増幅器までの損失を少なくする意味でも高利得であることが要求されている。

#### 【0008】

これらの要求を満足する有力なアンテナとして、近年テーパスロットアンテナTSA(Tapered Slot Antenna)の研究が盛んに行われている。このTSAは、広帯域、軽量、薄型であって、かつフォトリソグラフィ技術によって簡単に製作が可能であり、集積化も容易であるため、マイクロ波からミリ波の周波数帯まで通信用、計測用とさまざまな用途に利用されている。このTSAの基本的な動作原理は、進行波アンテナとして説明される。すなわち、ダイポールアンテナのような反射型のアンテナとは異なり、発生した電波が、振動することなくそのまま進行方向に伝播するアンテナとして解釈されている。そして、TSAのテーパ形状としては、線形のLTSA(Linear TSA)、ラッパ型の指数関数のテーパ形状をしたVivaldi TSAがよく用いられている。

また、いくつかの異なる関数形が接続されたCWSA(Constant Width Slot Antenna)や、LTSAが折れ曲がって接続されたテーパ形状を持つBLTSA(Broken Linear TSA)も提案されている。

#### 【0009】

また、最近フェルミアンテナと呼ばれるテーパスロットアンテナTSAも提案されているが、このフェルミアンテナ10の構造は、図22に示されるように、テーパ形状がフェルミディラック関数(以下、「フェルミ関数」という。)で表され、かつ誘電体基板11の外側に櫛歯状のコルゲート構造12を持っている。このフェルミアンテナ10は、基板幅Dが狭くてもE面及びH面の指向性がほぼ等しく、また比較的サイドローブレベルが低いことが実験的に見出されているため、ミリ波イメージング用受信アンテナとして適していると考えられている。

#### 【0010】

図22は、フェルミアンテナ10の基本構造を示したものであり、このアンテナの特徴は、上述のようにフェルミディラック関数で表されるテーパ形状と、誘電体基板11外側がコルゲート構造12をもつことである。このフェルミアンテナは、誘電体基板11にフォトリソグラフィ技術を用いて容易に製作することができ、誘電体基板11の片面のみにアンテナと給電回路を構成することができる点で有利である。フェルミ関数は量子力学において電子のエネルギー順位を表す関数として知られているものであり、図22の構造と座標系を考慮すると、一般に[数1]で示される式で与えられる関数となる。

#### 【0011】

##### 【数1】

$$f(x) = \frac{a}{1 + e^{-b(x-c)}}$$

ここで、a、b、cはテーパの形状を表すパラメータである。aは $x \rightarrow \infty$ における関数の漸近値を表し、cは関数の変曲点である。また、 $f'(c) = ab/4$ より、bは変曲点における接線の傾きを決めるパラメータとなっている。ここで $f(c) = a/2$ の関係があり、また、 $b(L-c) \gg 1$ の関係がアレイば、開口付近は $x=L$ として、 $f(L) = a$ となるから、開口幅Wは、 $W=2a$ で与えられる。なお、フェルミアンテナの設計パラメータとしては、誘電体基板の比誘電率 $\epsilon_r$ 、基板の厚さh、アンテナ長L、コルゲート構造の幅 $w_c$ 、ピッチp、コルゲート長 $l_c$ 、テーパ形状を決めるフェルミ関数のパラ

メータ  $a$ 、 $b$ 、 $c$  と極めて多く、これらの値をどのように選択すると小形で所望のビーム幅  $BW_{\text{design}}$  の円形指向性をもつアンテナが設計できるかが重要な課題となっている。

#### 【0012】

このフェルミアンテナに関しては、周波数 60 GHz において L T S A, Vivaldi, C W S A, B L T S A と、フェルミ関数テーパを用いた T S A とを対比し、幅の広い基板を用いた場合にフェルミ関数テーパ T S A の H 面のサイドローブが最も低減されることを示した論文が提案されている（例えば、非特許文献 1 を参照。）。この非特許文献 1 では、フェルミアンテナの基板幅を狭くすると E 面と H 面の指向性が異なってくるが、これにコルゲート構造を設けることにより指向性をほぼ等しくできることが示されている。

#### 【0013】

また、本発明者らは、フェルミアンテナのテーパ形状（すなわちフェルミ関数のパラメータ  $a$ 、 $b$ 、 $c$ ）、アンテナ長  $L$ 、誘電体厚  $h$ 、開口幅  $W$ 、基板幅  $D$  などを変化させたときの放射指向性を F D T D (Finite Difference Time Domain) 法により求め、フェルミアンテナの構造に関係する諸パラメータとアンテナ特性の関係を明らかにするとともに、イメージング用受信素子に適したフェルミアンテナの最適な構造を提案した（非特許文献 2 を参照。）。図 23 は、ここで提案された典型的なフェルミアンテナの寸法の一例を示したものである。この非特許文献 2 によれば、基板幅  $D = 0.58 \lambda_0$ 、開口幅  $W = 0.32 \lambda_0$  のフェルミアンテナにおいて、動作利得が 13.2 dBi（ここで、“i” は “isotropic” の意味）、E 面と H 面のサイドローブレベルがそれぞれ -18.4 d B、-14.3 d B で、かつ良好な軸対象を有し、実験とよく一致する結果が得られたことを報告した。この例では、35 GHz で設計した典型的なフェルミアンテナの寸法を示しており、ここでは、 $c = 2 \lambda_0 = 17.14 \text{ mm}$ 、 $a = W/2 = 3.9 \text{ mm}$ 、 $b = 0.28 \text{ mm}^{-1}$  としている。

【非特許文献 1】S. Sugawara etc. “A m-m wave tapered slot antenna with improved radiation pattern,” IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest, pp.959-962, Denver, USA, 1997

【非特許文献 2】電子情報通信学会論文誌 B. Vol. J80-B, No. 9 (2003. 9)

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0014】

しかしながら、フェルミアンテナを含む T S A は、テーパ形状を決める関数、アンテナ長、開口幅、有限の基板幅、厚さ、比誘電率など多数の構造パラメータを有し、これらの変化に応じてその放射特性が大きく変化するという特性を持っている。このため、フェルミアンテナを設計する場合には、実験による経験的な方法や、近似的な計算による方法に終始していた。つまり、現状では、T S A を作製して偶然に特性のいいものができたとしても、作るたびに特性が変化ししてしまい、確固とした設計理論は確立されていないという状態であった。このように、フェルミアンテナに要求される放射指向性を実現できる設計指針を得ることは容易なことではないという現実があり、上記非特許文献 1 及び非特許文献 2 に記載の提案においても、円形指向性をもつ T S A の設計方法を提示するものではなかった。

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、フェルミアンテナを用いた円形指向性を持つ放射パターンの任意のビーム幅を得るための設計方法及びそのためのプログラムを提供することを目的とするものである。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0015】

上記課題を解決し、本発明の目的を達成するため、請求項 1 に記載された発明は、ミリ波の受信画像化に必要な広帯域で円形指向性を有するコルゲート付フェルミアンテナの設計方法であって、フェルミアンテナのテーパ関数であるフェルミディラック関数の変曲点を変化させて、H 面のビーム幅を目標の指向性を有するビーム幅に設定するとともに、このフェルミアンテナの開口幅を変化させて、E 面のビーム幅を目標の指向性を有するビーム幅に設定することにより、広帯域かつ円形指向性を実現することを特徴とするものであ



る。

#### 【0016】

また、請求項2に記載された発明は、ミリ波の受信画像化に必要な広帯域で円形指向性を有するコルゲート付フェルミアンテナの設計方法であって、広帯域周波数の中心周波数またはそれに対応する波長を与えるステップと、フェルミアンテナの誘電体基板の実効厚を決定するステップと、フェルミアンテナのアンテナ長を決定するステップと、フェルミアンテナのコルゲートの幅、ピッチ及び高さを決定するステップと、フェルミアンテナのテーパ形状を形成するフェルミディラック関数のパラメータを決定するステップと、フェルミアンテナから放射される電波のH面とE面のビーム幅の目標値を設定するステップと、フェルミ関数の変曲点を任意に設定した後に、H面のビーム幅を上記予め設定したH面のビーム幅の目標値と比較するH面ビーム幅比較ステップと、このH面ビーム幅比較ステップにおいて、上記予め設定したH面ビーム幅の目標値に一致しないときは、変曲点の位置を変化させた後、再びH面のビーム幅を上記予め設定したH面のビーム幅の目標値と比較するステップを繰り返すH面ビーム幅決定サイクルと、上記H面ビーム幅比較ステップにおいて、H面ビーム幅が予め設定したH面ビーム幅と一致したときに、次の段階としてフェルミアンテナの開口幅を設定するステップと、この設定した開口幅に基づいて放射される電波のE面のビーム幅と、予め設定したE面のビーム幅の目標値と比較するE面ビーム幅比較ステップと、このE面ビーム幅比較ステップにおいて、上記目標値に一致しないときは、フェルミアンテナの開口幅を変化させ、再びE面のビーム幅を上記予め設定したE面のビーム幅の目標値と比較するステップを繰り返すE面ビーム幅決定サイクルと、を含み、上記H面ビーム幅とE面ビーム幅の双方とも略等しい円形指向性を有するように設計することを特徴としている。

#### 【0017】

また、請求項3に記載された発明は、ミリ波の受信画像化に必要な広帯域で円形指向性を有するコルゲート付フェルミアンテナを設計するためのプログラムであって、広帯域周波数の中心周波数またはそれに対応する波長を与える手順と、フェルミアンテナの誘電体基板の実効厚を決定する手順と、フェルミアンテナのアンテナ長を決定する手順と、フェルミアンテナのコルゲートの幅、ピッチ及び高さを決定する手順と、フェルミアンテナのテーパ形状を形成するフェルミディラック関数のパラメータを決定する手順と、フェルミアンテナから放射される電波のH面とE面のビーム幅の目標値を設定する手順と、フェルミ関数の変曲点を任意に設定した後に、上記H面のビーム幅を上記予め設定したH面のビーム幅の目標値と比較する手順と、このH面ビーム幅が上記H面のビーム幅の目標値に一致しないときは、テーパ形状をしたフェルミディラック関数の変曲点の位置を変化させた後、H面のビーム幅と予め設定したH面のビーム幅の目標値と比較する手順を繰り返し、上記H面ビーム幅を比較する手順において、H面ビーム幅が予め設定したH面ビーム幅と一致したときに、フェルミアンテナの開口幅を設定する手順と、この設定した開口幅に基づいて放射される電波のE面のビーム幅と、予め設定したE面のビーム幅の目標値を比較する手順と、このE面ビーム幅を比較する手順において、E面のビーム幅が上記予め設定したE面ビーム幅の目標値に一致しないときは、フェルミアンテナの開口幅を変化させてE面のビーム幅を上記予め設定したE面のビーム幅の目標値と比較する手順を繰り返すことにより、H面ビーム幅とE面ビーム幅の双方とも略等しい円形指向性を有するように設計するための手順を実行する広帯域フェルミアンテナの設計のためのプログラムである。

#### 【発明の効果】

#### 【0018】

本発明の広帯域フェルミアンテナの設計方法及び設計プログラムによれば、E面とH面の放射パターンを比較的短時間で目標値に一致させることができるとともに、E面、H面とも所望のビーム幅を持たせ、かつサイドローブも低く設定することができるので、ミリ波イメージング用受講素子に適したフェルミアンテナが実現できる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0019】

以下、本発明の広帯域アンテナの代表的なものであるフェルミアンテナの設計方法の実施の形態について説明する。上述したように、フェルミアンテナの設計パラメータとしては、誘電体基板の比誘電率 $\epsilon_r$ 、基板の厚さ $h$ 、アンテナ長 $L$ 、コルゲート構造の幅 $w_c$ 、ピッチ $p$ 、コルゲート長 $l_c$ 、テーパ形状を決めるフェルミ関数のパラメータ $a$ 、 $b$ 、 $c$ と実に多く、これらの値をどのように選択すると小形で所望のビーム幅 $BW_{\text{design}}$ の円形指向性をもつアンテナが設計できるかについて、図1に示す設計フローチャートを用いて周波数35GHzに対する設計例と共に説明することとする。

周波数を35GHzに設定した理由は、35GHz付近に大気の窓といわれる、大気による電波の減衰が少ない周波数帯があること、そして、35GHzに対応する波長が8.57mmであり、その半波長が4.28mmなるので、2物点の像が分離される限界であるレーリー (Rayleigh) の分解能5mmぎりぎりの限界まで設計することができるからである。

#### 【0020】

ここでレーリーの分解能について説明をしておく。一般に、光学系による点像は、光の回折現象により近軸像点を中心とした広がりのある分布を持つため、近接した二つの物体の像は部分的に重なり合っている。この重なりが増えていくと、それによって2物点の像であることを認識できなくなる最小の距離が考えられる。このような2物点間の最小距離を光学系の分解能といい、この2物点の像が分離される限界にレーリーの分解能が適用される。

#### 【0021】

以下、図1～図18に基づいて、本発明の実施の形態の例を説明する。まず、高精度な電磁界解析であるFDTD法を用いてフェルミアンテナの基本動作特性を検討し、イメージング用受信素子に用いるフェルミアンテナの設計例を説明する。

#### 【0022】

FDTD法は、電界と磁界の時間及び空間の偏微分で与えられるマックスウェルの方程式を、時間と空間の差分で置き換えてこれを数値的に解く方法である。このFDTD法は、汎用性が高いという利点がある反面、空間を直方体のセルに分割するために、大規模なメモリと長い数値計算が必要になるという欠点もある。

#### 【0023】

図1は、本発明の広帯域フェルミアンテナの設計方法の実施の形態を示すフローチャートであり、以下、このフローチャートにしたがって円形指向性を持つフェルミアンテナの設計例を説明する。図2～図19は各パラメータを決める根拠となるデータを説明するための図である。

#### 【0024】

まず、フェルミ関数の設計中心周波数または中心波長 $\lambda_0$ を与える(ステップS1)。フェルミアンテナは一般に数オクターブの広帯域性を持ち、中心周波数はその広帯域の中心の周波数を意味する。したがって、広帯域であるということは、中心周波数のまわりの比較的広い帯域を使用可能にすることをいう。例えば、35GHzを中心周波数に選んだ場合、30GHz程度から40GHz程度まで使用可能となるような設計とすることを意味している。

#### 【0025】

続いて、誘電体基板の実効厚を決定する(ステップS2)。この実効厚は[数2式]に示されるように、誘電体基板の比誘電率 $\epsilon_r$ の平方根から1を引いた値に、誘電体基板の厚さ $h$ を掛け算した値を、さらに中心周波数対応の波長 $\lambda_0$ で割った値である。ステップS2においては、この値が数2式を満たすように設定される。図2は、誘電基板の厚さ $h$ を3段階(0.1mm、0.2mm、0.5mm)に変えたとともに、比誘電率 $\epsilon_r$ を2段階(3.7、9.8)に変えて実効厚を変化させたときの動作利得をグラフにしたものである。このグラフから明らかなように、 $\epsilon_r=3.7$ 及び $\epsilon_r=9.8$ のいずれの場合も、実効厚が0.01付近で最高利得となっている。これは、実効厚が0.01付近において、コルゲート構造とテーパ内部の誘電体が共に遅波構造として働き、これらに沿う電磁波が同位相となる厚さとなって、実効開口面積が広げられることに起因している。すなわち、フェルミアンテナのスロット軸付近で

は最初から遅波構造になっているが、コルゲート構造とすることにより周辺部も遅波構造となって、開口幅全体にわたって電磁波が同位相となって発せられるのである。

#### 【0026】

また、図2は、実効厚を増加すると利得はわずかに減少するが、減少はそれほど大きくないこと、そして、実効厚が比較的厚くても動作利得の劣化が小さいことを示している。したがって、実効厚が[数2式]を満たしていれば、設計上は満足できる動作利得が得られる。また、図3から分かるように、誘電体を設けた場合と誘電体がない場合とを比較すると、誘電体を設けた方がE面とH面の全方向にわたって電力が前方に集中し、高利得の特性が得られることが理解できる。なお、図2の実効厚における動作利得の解析に当たっては、アンテナの開口幅 $W=0.91\lambda_0$ 、フェルミ関数のパラメータ $a=W/2$ 、 $b=2.4/\lambda_0$ 、 $c=2\lambda_0$ としている。

#### 【0027】

##### 【数2】

$$0.01 \leq \frac{(\sqrt{\epsilon_r}-1)h}{\lambda_0} < 0.05$$

#### 【0028】

次に、図1のフローチャートにおいて、アンテナ長(L)が決定される(ステップS3)。図4は、アンテナ長Lを決定するために、フェルミアンテナのテーパのスロット線路軸付近と周辺のコルゲート付近の電界強度分布を解析したものである。このように、アンテナ長Lは、スロット線路で励振された波がアンテナ先端部で十分減衰する長さをFDTD法による電磁界解析により求めることにより決定することができる。すなわち、図4によれば、テーパの中心軸(スロット軸)付近の電界強度は、給電点( $L/\lambda=0$ )から遠ざかるに従って減衰し、 $L=4\lambda$ 付近で飽和している。一方、コルゲート付近で解析した電界強度は、給電点( $L/\lambda=0$ )から遠ざかるに従って増加し、同様に $L=4\lambda$ 付近で飽和する。

このことは、 $L=4\lambda$ 付近になって、中心軸上の電界とコルゲート付近の電界の両方が安定することを意味しており、この結果、アンテナ長Lとしては $4\lambda$ 程度の長さとするのが有効であるので、ここでは、 $L=4\lambda$ と決定することとした。このアンテナ長Lの値は必ず $L=4\lambda_0$ でなければならないということではなく、図4から見て $L=3\lambda_0$ としてもよいことがわかる。

#### 【0029】

次に、図1のフローチャートにおいて、コルゲート構造の寸法、すなわち、実効コルゲート長 $l_c$ 、コルゲートのピッチ $p$ 、コルゲートの幅 $w_c$ を決定する(ステップS4)。

このコルゲート構造は、ホーンアンテナなどによく用いられる遅波線路であり、従来のフェルミアンテナにおいては、ビーム幅を変化させるために用いられていた。本発明のコルゲート構造の寸法は、一旦決定されたら変化させることがない点で従来のものと異なっている。

最初に、コルゲートの幅 $w_c$ を決定する。このコルゲートの幅 $w_c$ は、波長 $\lambda_0$ に対して十分狭く取ればよいことが知られており、アンテナ長を100分割した値、 $w_c=L/100=\lambda_0/25$ 程度とすることが適当であるので、以下の解析では $w_c=\lambda_0/25$ としている。

#### 【0030】

同様に、ステップS4において、コルゲートの長さ $l_c$ が決定される。実効コルゲート長 $l_c$ の決定を行うため、図5、図6に示すように、実効コルゲート長 $l_c$ に対する動作利得特性の解析を行った。図5はガラス基板(比誘電率3.7)、図6はアルミ基板(比誘電率9.8)でコルゲート長を変化させて動作利得をFDTD解析した結果を示すものである。ここで、 $\lambda_g$ は実行波長であり、真空時の中心波長 $\lambda_0$ を比誘電率の平方根で割った値である。図5及び図6の解析結果に示されるように、実効コルゲート長 $l_c/\lambda_g$ が

略0.1以上であれば、動作利得が概ねフラットな特性を持っていることが認められた。つまり、中心周波数または使用最低周波数に対する実効コルゲート長  $l_c / \lambda_g$  が0.1以上あれば、高利得特性が得られることが解析された。

#### 【0031】

次に、同じく図1のフローチャートのステップS4において、コルゲートのピッチ  $p$  が決定される。図7A~Dは、コルゲートの幅  $w_c$  とピッチ  $p$  の関係を模式的に示したものであり、それぞれ、 $p = 2w_c$ 、 $p = 4w_c$ 、 $p = 8w_c$ 、 $p = 10w_c$  になっている。また、図7Eは、周波数を変化させたときの動作利得特性を示した図であり、 $p = 2w_c$  と  $p = 4w_c$  の場合は、略30GHzから50GHzまでの広帯域にわたって高利得で安定した動作利得が得られることが確認された。このことから、コルゲートのピッチは  $p = 2w_c$  に決定すれば十分であることがわかる。

#### 【0032】

次に、図1に示すフローチャートにおいて、フェルミ関数のパラメータである ( $a$ ,  $b$ ,  $c$ ) が決定される (ステップS5)。このパラメータはフェルミ関数のテーパ形状を決定するものである。

このステップS5において、まず、パラメータ  $a$  の初期値が設定される。パラメータ  $a$  は、開口幅  $W$  ( $W = 2a$ ) に関係するパラメータであり、初期値としては開口幅  $W$  を1波長程度 ( $W = \lambda_0$ )、すなわち  $a = \lambda_0 / 2$  に設定する (図8を参照)。同様に、ステップS5において、パラメータ  $c$  の初期値が設定される。このパラメータ  $c$  は、フェルミアンテナの軸方向のフェルミ関数のテーパ形状の変曲点の位置を示すパラメータであり、このパラメータ  $c$  によりH面のビーム幅が主として決定される。初期値としては、上述のようにアンテナ長  $L$  の半分、 $a = L / 2$  ( $2\lambda_0$ ) に設定される。

#### 【0033】

続いて、ステップS5において、パラメータ  $b$  が決定される。パラメータ  $b$  は変曲点における接線の傾きを決める値であり、傾き  $f'(c)$  が決まれば  $b = 4f'(c) / a$  により求められる。例えば、図8に示すように、変曲点をアンテナの中心 ( $c = L / 2 = 2\lambda_0$ ) に置き、 $f'(c) = W / 2L$  ( $b = 1 / \lambda_0$ ) に選定すると、テーパ形状が概ね直線 (L TSA) となる。そこで、さらにH面のサイドロープレベルを低くするため、パラメータ  $b$  を  $2.4 / \lambda_0$  に選定してサイドロープレベルの周波数変化を解析した。なお、ここでは  $a = 0.455\lambda_0$  としている。図9から明らかなように、 $b = 1 / \lambda_0$ 、 $b = 2.4 / \lambda_0$ 、 $b = 4.8 / \lambda_0$  の中で、 $b = 2.4 / \lambda_0$  の時が広い周波数範囲にわたってH面のサイドロープレベルが低いことがわかる。H面のサイドロープが低いことは、実質的に高利得になると考えられており、このサイドロープが広帯域の範囲で低いことがフェルミアンテナを設計する上で重要となる。したがって、ここでは、パラメータ  $b$  として  $b = 2.4 / \lambda_0$  に決定している。

#### 【0034】

次に、図1のフローチャートにおいて、H面及びE面の設計すべきビーム幅の目標値  $BW_{\text{design}}$  が設定される (ステップS6)。ここでは、設計周波数を35GHzとし、放射指向性が10dBビーム幅の目標値  $BW_{\text{design}} = 52^\circ$  となる構造に目標値を決定する。

ここで、FDTD法のセルサイズとしては、誘電体としてガラス素材を用いた場合 ( $\epsilon_r = 3.7$  の場合) は、 $\Delta x = 0.1714\text{mm}$ 、 $\Delta y = 0.1\text{mm}$ 、 $\Delta z = 0.05\text{mm}$  であり、誘電体としてアルミナを用いた場合 ( $\epsilon_r = 9.8$  の場合) は、 $\Delta x = 0.1714\text{mm}$ 、 $\Delta y = 0.05\text{mm}$ 、 $\Delta z = 0.05\text{mm}$  としている。誘電体の違いによって変更されるのは  $y$  方向のセルサイズのみである。

#### 【0035】

次に、図1のフローチャートにおいて、フェルミ関数の変曲点  $c$  の値が仮設定される (ステップS7)。ここでは、ステップS5で初期値として設定されたアンテナ長  $L$  の半分の値  $c = L / 2$  として、次の判断ステップS8に進む。判断ステップS8では、H面のビーム幅がステップS6で設定したビーム幅の目標値  $BW_{\text{design}} = 52^\circ$  に等しいか否かが判断される。H面のビーム幅が目標値  $52^\circ$  に等しい場合は、次のE面のビーム幅を決めるステップに進むが、判断ステップS6において、H面のビーム幅が目標値  $52^\circ$  に一致

しないと判断された場合は、フェルミ関数の変曲点  $c$  を変化させた後（ステップ S 9）、ステップ S 7、ステップ S 8 を繰り返す。

#### 【0036】

この変曲点  $c$  を変化させた場合の例を図 10 に示す。図 10 は変曲点  $c$  がアンテナ長の中心位置から、左方向へシフトしたときの図であり、この変曲点  $c$  の値が H 面のビーム幅の変化に大きく寄与している。図 11 (A) は、開口幅を  $W=0.91\lambda_0$  に固定して変曲点の位置を変化したときの 10 dB ビーム幅を示す図である。変曲点  $c$  を  $2\lambda_0$  から  $\lambda_0$  まで小さくすると、H 面の 10 dB ビーム幅が  $70.4^\circ$  から目標値  $52^\circ$  まで変化する。しかし、このときの E 面のビーム幅の変化はわずか  $7.5^\circ$  となっている。したがって、この図 11 (A) から、E 面のビーム幅に関しては、変曲点  $c$  の変化の寄与率は比較的少ないと見ることができる。なお、この実験では、 $a=W/2$ 、 $b=2.4/\lambda_0$  としている。なお、後述するが、図 11 (B) は、変曲点  $c$  の位置は変えないで、開口幅  $W$  を変化させた場合のデータをプロットしたものである。

#### 【0037】

このように、図 1 のフローチャートにおいて、ステップ S 9 でフェルミ関数の変曲点  $c$  を変化させて、再び、ステップ S 8 の判断を行い、H 面のビーム幅が目標値  $BW_{\text{design}}=52^\circ$  に一致するまで繰り返す。このループの繰り返しにより、やがて H 面のビーム幅が目標値に一致し、次のステップ S 10 に進む。

#### 【0038】

ステップ S 10 では、フェルミアンテナの開口幅  $W$  が仮に設定される。誘電体基板の基板幅  $D$  は、開口幅  $W$  にコルゲートの高さ  $1_c$  を 2 倍したものを加えた値、 $D=W+21_c$  に設定する。ここで、まず、基板幅  $D$  と開口幅  $W$  の関係について、図 12 に基づいて説明する。図 12 の (A) は、基板幅  $D>W+21_c$  の場合 ( $d>1_c$ ) のフェルミアンテナのテーパ形状を示したものであり、(B) は、基板幅  $D=W+21_c$  ( $d=1_c$ ) の場合のフェルミアンテナのテーパ形状を示したものである。また、図 12 (C) は、開口幅  $W=0.91\lambda_0$ 、 $a=W/2$ 、 $b=2.4/\lambda_0$ 、 $c=2\lambda_0$  として、基板幅と開口幅の差 ( $D-W=2d$ ) を変化させて解析した動作利得特性である。図 12 (C) から、最高利得となる  $d$  の値は、 $d=1_c$  であることが分かる。したがって、ステップ S 10 における基板幅  $D$  の決定に際しては、 $D=W+21_c$  とすることとする。また、開口幅  $W$  としては初期値として  $0.91\lambda_0$  に設定する。

#### 【0039】

続いて、E 面のビーム幅がステップ S 6 で設定した目標値  $BW_{\text{design}}=52^\circ$  に一致しているか否かが判断される（ステップ S 11）。この判断ステップ S 11 で E 面のビーム幅が目標値  $BW_{\text{design}}=52^\circ$  に一致していると判断された場合は、H 面、E 面ともビーム幅が目標値になったことになるので、終了する（ステップ S 13）。判断ステップ S 11 で E 面のビーム幅が目標値  $BW_{\text{design}}=52^\circ$  に等しくなっていないと判断された場合には、アンテナの開口幅  $W$  を変化させる（ステップ S 12）。

#### 【0040】

図 13 は、フェルミ関数のパラメータ  $b=2.4/\lambda_0$ 、 $c=\lambda_0$  とした状態で、開口幅  $W$  (2a) を変えた場合のフェルミアンテナのテーパ形状を示したものである。また、図 11 (B) は、このようにパラメータ  $b$  と  $c$  を一定値に設定した状態で、開口幅  $W$  を変化させたときの、H 面と E 面の 10 dB ビーム幅をプロットしたものである。開口幅  $W$  を  $0.91\lambda_0$  から  $0.32\lambda_0$  まで小さくすることにより、E 面のビーム幅が目標値  $BW_{\text{design}}=52^\circ$  まで変化している。しかしながら、このときの H 面のビーム幅の変化はわずかに  $1.2^\circ$  であり、開口幅の変化に依存しないで略一定に保たれていることがわかる。

#### 【0041】

以上説明したように、図 11 (A) は、変曲点  $c$  の変化が H 面のビーム幅の変化に大きく影響し、E 面のビーム幅に与える影響が少ないことを示しており、図 11 (B) は、開口幅  $W$  の変化が E 面のビーム幅に大きく影響し、H 面のビーム幅への影響が小さいことを示している。この結果から、H 面と E 面のビーム幅は、変曲点  $c$  の位置と開口幅  $W$  の値を

それぞれ独立に変化させて調整することができるといえる。したがって、本発明の設計方法では、この性質を利用して、H面とE面のビーム幅を独立させて目標値 $BW_{\text{design}} = 52^\circ$ に一致させるようにしている。

#### 【0042】

図14(A)は、フェルミ関数の変曲点cの位置を変化させたときの動作利得を示すグラフであり、図14(B)は、フェルミアンテナの開口幅を変化させたときの動作利得を示すグラフである。この図14(A)からわかるように、開口幅を変えずに変曲点cの位置を左方に移動すれば、つまりcを小さくすれば高利得化することができる。また、図14(B)から、開口幅Wを $0.91\lambda_0$ から $0.32\lambda_0$ まで小さくしても、低下する利得は1dB程度と少ないことがわかる。

#### 【0043】

図15は、上記の方法で設計したフェルミアンテナを用いて対象物から発せられる熱雑音を測定したときの測定値(○)とFDTD法によって解析した解析値(実線)の動作利得パターンをプロットしたものである。図15(A)はH面の動作利得パターン、図15(B)はE面の動作利得パターンを示し、図15(C)は10dBビーム幅の周波数特性を示している。この図から見て、H面のビーム幅の方がE面のビーム幅より広角になっていることがわかる。また、図15(C)からわかるように、測定値とFDTD解析値は35GHz付近を境にして、周波数が高くなると一致度が増し、周波数が低くなると差が大きくなっているといえる。

#### 【0044】

図16は、開口幅Wを $0.32\lambda_0$ として設計したフェルミアンテナを用いて熱雑音を測定したときの測定値(○印)と同じくFDTD法によって解析した解析値(実線)の動作パターンをプロットしたものである。この図から明らかなように、開口幅Wを $0.32\lambda_0$ としたことによって、E面(図16A)、H面(図16B)ともに指向性のパターンの一致度が高くなっており、円形の指向性が実現されていることがわかる。また、実験による測定値と解析値は極めてよく一致していることもわかる。

#### 【0045】

また、図17は、2種類の誘電体基板を用いてそれらの実効厚を同じにして、石英( $h=200\mu\text{m}$ )を用いた場合の測定値(実線)とアルミナ( $h=100\mu\text{m}$ )を用いた場合の測定値(点線)の動作パターンをプロットしたものである。E面(図17A)、H面(図17B)とも、放射指向性が極めてよく一致していることがわかった。この実験結果から明らかなように、誘電基板の材質が変わっても、実効厚を等しくすることによって、極めて近い動作利得パターンが得られることを確認することができた。

#### 【0046】

図18は、上述した設計手順によって得られるフェルミアンテナの変曲点cの位置と、開口幅Wの変化に対する動作利得パターンの変化を示すものである。この図18と既に説明した図11から明らかなように、35GHz帯において、変曲点cの位置を小さくすることにより、H面のビーム幅が縮小し、開口幅を小さくすることによって、E面のビーム幅が大きくなるので、H面のビーム幅とE面のビーム幅が極めて近い動作利得パターンとなることわかる。

#### 【0047】

また、図19は、以上のような設計手順によって設計したフェルミアンテナの周波数と10dBビーム幅の関係をプロットしたグラフである。この図からわかるように、32.5GHzから40GHz程度までの広い周波数帯で、H面とE面のビーム幅は略等しくなっている。このように、本発明の設計方法により設計したフェルミアンテナの10dBビーム幅は広帯域性を持っており、動作利得が14.8dBi、E面とH面のサイドローブレベルがそれぞれ-20.1dB、-16.8dBの軸対称な放射指向性が得られている。

#### 【0048】

次に、本発明のフェルミアンテナの設計方法の他の実施の形態の例を図20に基づいて説明する。図1のフローチャートと同じ部分は同一のステップ符号を付している。図1に

示す実施の形態と異なるところは、ステップ S 6 で H 面と E 面のビーム幅の目標値  $BW_{design}$  を設定した後に、ステップ S 10 において、開口幅 (W、D) の設定を行っている部分である。そして、ステップ S 11 において E 面のビーム幅が  $BW_{design}$  に等しくないと判断された場合に、アンテナの開口幅を変化させ (ステップ S 12)、再び、ステップ S 10 に戻している。この設計方法では、E 面のビーム幅の決定プロセスループの中に、H 面ビーム幅の決定プロセスのループが入るので、常に E 面のビーム幅 (開口幅) に依存して H 面のビーム幅が左右される可能性を有する。しかし、図 11 (B) からわかるように、開口幅 W が変化しても、H 面のビーム幅は略一定を維持しているので、上記のような方法でも図 1 のフローチャートと同様に E 面と H 面の放射指向性が等しいフェルミアンテナを設計することができる。

#### 【0049】

以上説明したように、本発明におけるフェルミアンテナの設計方法及び設計プログラムを利用することにより、E 面と H 面の放射パターンを一定の手順によって、比較的短時間に同じパターンとすることが可能である。また、E 面、H 面とも高い利得のアンテナと刷ることができると共に、所望のビーム幅を持たせ、かつサイドローブも低く設定することができるので、ミリ波イメージング用受講素子に適したフェルミアンテナを実現することができる。

#### 【0050】

なお、本発明のフェルミアンテナの設計方法及び設計プログラムは、上述した実施の形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲の記載を逸脱しない限りにおいて、適宜変更して利用することができることはいうまでもない。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【0051】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態のフェルミアンテナの設計方法及びプログラムを示すフローチャートである。

【図 2】本発明のフェルミアンテナに用いられる誘電体基板の実効厚と利得の関係を示すグラフである。

【図 3】フェルミアンテナの誘電体の有無に対する H 面及び E 面の動作パターンを示す図である。(A) は誘電体無しの場合、(B) は誘電体有りの場合である。

【図 4】フェルミアンテナのテーパ内外の電界強度を示すグラフである。

【図 5】フェルミアンテナの誘電体基板としてガラスを用いた場合の実効コルゲート長に対する動作利得を示したグラフである。

【図 6】フェルミアンテナの誘電体基板としてアルミナを用いた場合の実効コルゲート長に対する動作利得を示したグラフである。

【図 7】フェルミアンテナのコルゲートの幅とピッチの関係に対する周波数-利得特性を示した図である。(A)、(B)、(C)、(D) はそれぞれ  $p = 2wc$ 、 $4wc$ 、 $8wc$ 、 $10wc$  のときのコルゲート構造を示し、(E) は各コルゲート構造のフェルミアンテナの周波数-利得特性を示すグラフである。

【図 8】フェルミアンテナのテーパ形状の変曲点がアンテナ長の中心にある場合の変曲点における接線の傾きを示す図である。

【図 9】フェルミアンテナのパラメータ  $b$  を変化させたときのテーパ形状 (A) と、H 面のサイドローブレベルの周波数特性 (B) を示す図である。

【図 10】フェルミアンテナのテーパ形状の変曲点の位置をアンテナ長の  $1/4$  付近に移動させた場合の変曲点における接線の傾きを示す図である。

【図 11】フェルミアンテナのフェルミ関数の変曲点位置の変化に対する H 面と E 面の  $10\text{ dB}$  ビーム幅 (A) と、フェルミアンテナの開口幅の変化に対する H 面と E 面の  $10\text{ dB}$  ビーム幅 (B) を示す図である。

【図 12】フェルミアンテナの基板幅 D と開口幅 W の差  $d$  を変化させたときの動作利得を示す図である。

【図 13】フェルミアンテナのテーパ形状の変曲点の位置をアンテナ長の  $1/4$  付近



に移動させ、更に開口幅を狭くした場合のフェルミアンテナの構造を示す図である。

【図 1 4】フェルミアンテナのフェルミ関数の変曲点位置の変化に対する利得特性 (A) と、フェルミアンテナの開口幅の変化に対する利得特性 (B) を示す図である。

【図 1 5】本発明の設計方法において設計したフェルミアンテナの H 面の指向性 (A) と E 面の指向性 (B) の F D T D 法による解析値と測定値、及び 1 0 d B ビーム幅の周波数特性 (C) を示した図である。

【図 1 6】本発明の設計方法において、開口幅  $W=0.32\lambda_0$  として設計したフェルミアンテナの E 面の指向性 (A) と H 面の指向性 (B) の F D T D 法による解析値と測定値を示した図である。

【図 1 7】本発明の設計方法において、誘電基板の材質と厚さを変えて実効厚を同じにしたときのフェルミアンテナの E 面の指向性 (A) と H の指向性 (B) の F D T D 法による解析値と測定値を示した図である。

【図 1 8】本発明の設計方法において、変曲点位置を変化させて H 面ビーム幅を変更し、開口幅を変化させて E 面ビーム幅を変更することを説明するための動作利得パターンを示す図である。

【図 1 9】本発明の設計方法により設計されたフェルミアンテナの 1 0 d B ビーム幅の周波数特性と動作利得パターンを示す図である。

【図 2 0】本発明の他の実施の形態のフェルミアンテナの設計方法及びプログラムを示すフローチャートである。

【図 2 1】ミリ波パッシブイメージングの原理を模式的に示した図である。

【図 2 2】フェルミアンテナの構造と原理を示す図である。

【図 2 3】典型的なフェルミアンテナの寸法の例を示す図である。

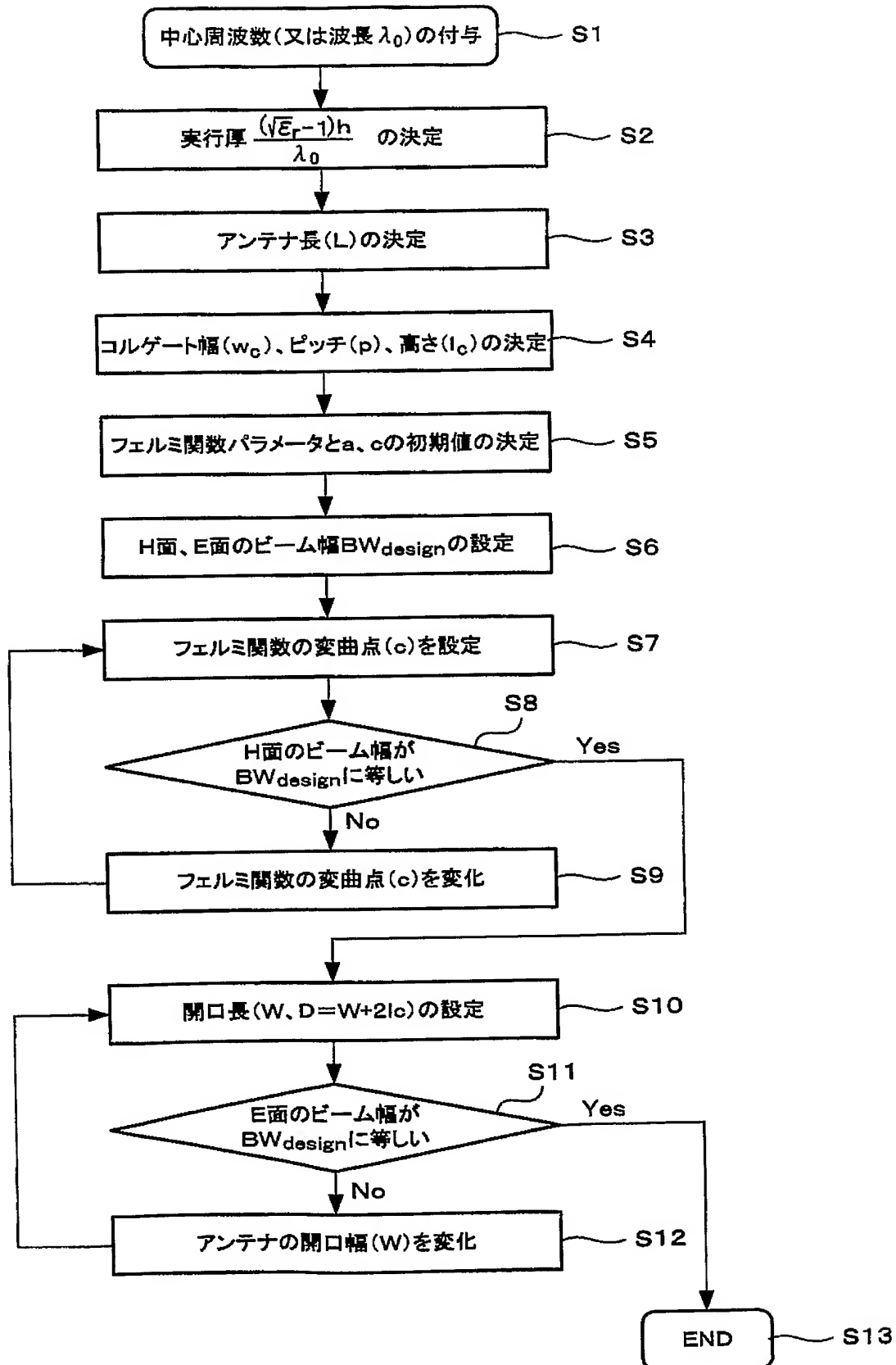
【符号の説明】

【0 0 5 2】

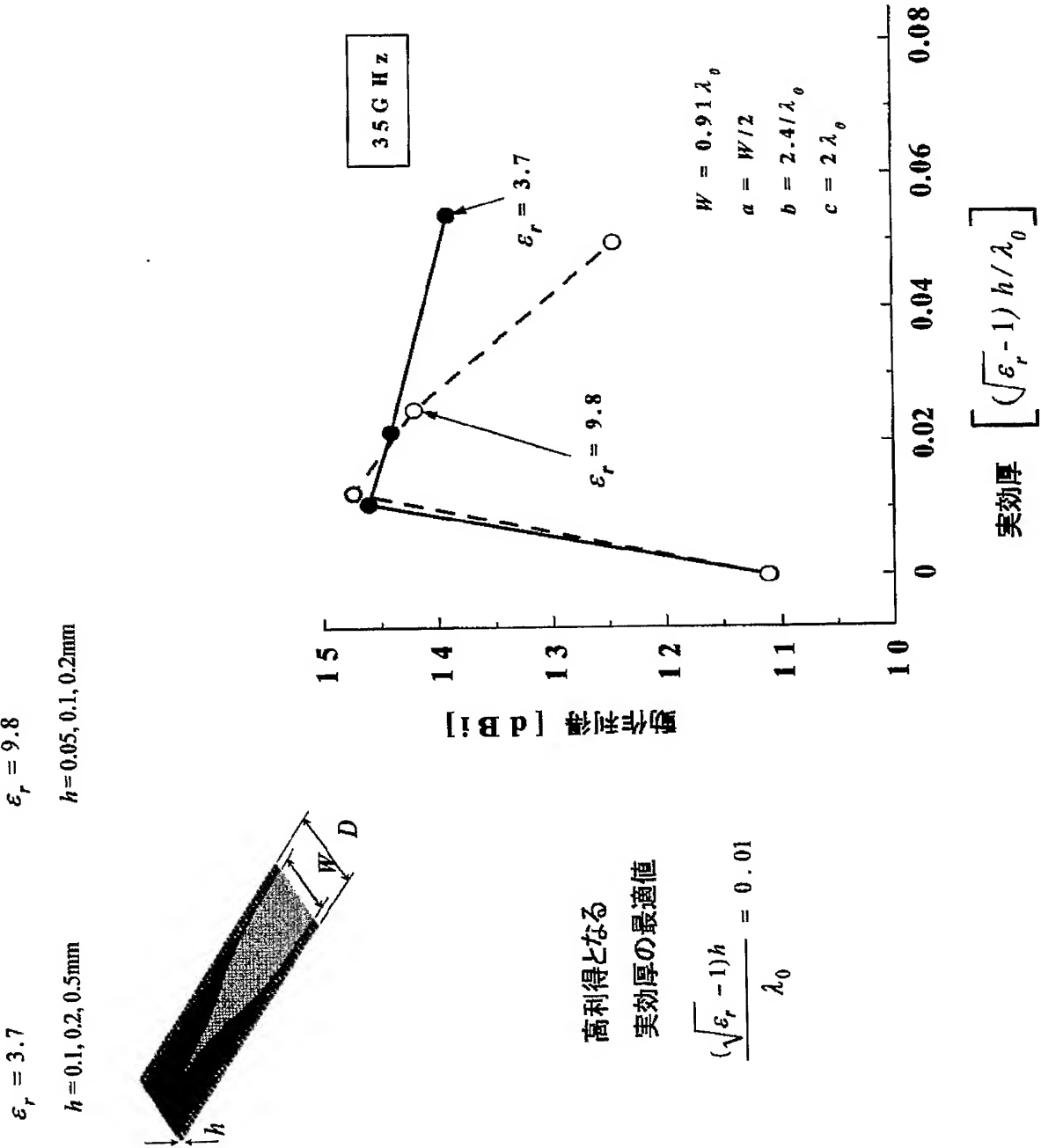
1 0 0 . . . 対象物、1 0 1 . . . レンズアンテナ、1 0、1 0 2 . . . フェルミアンテナ、1 1 . . . 誘電体基板、1 2 . . . コルゲート構造



【書類名】 図面  
【図 1】



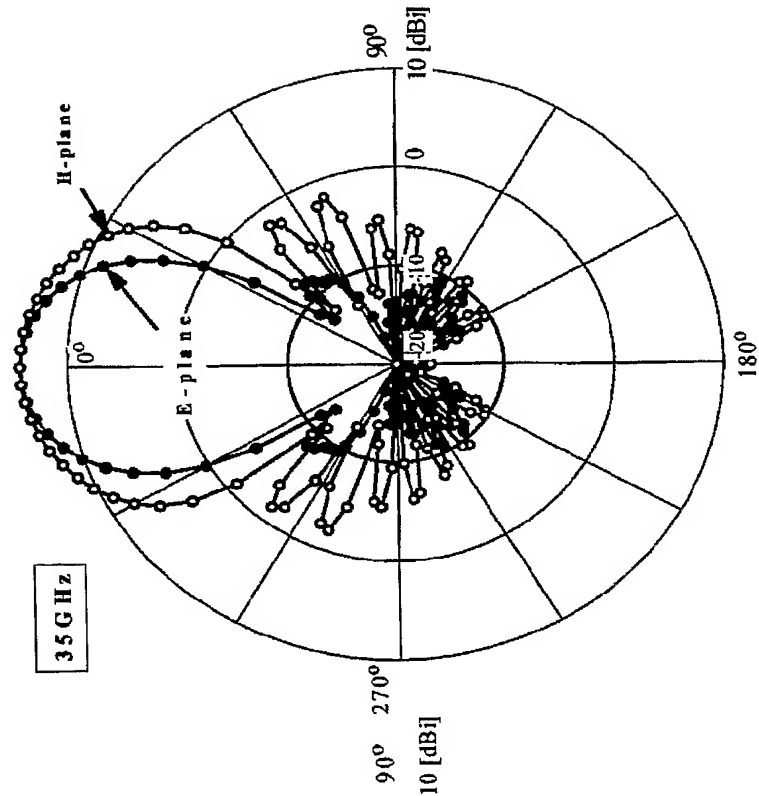
【図 2】



【図 3】

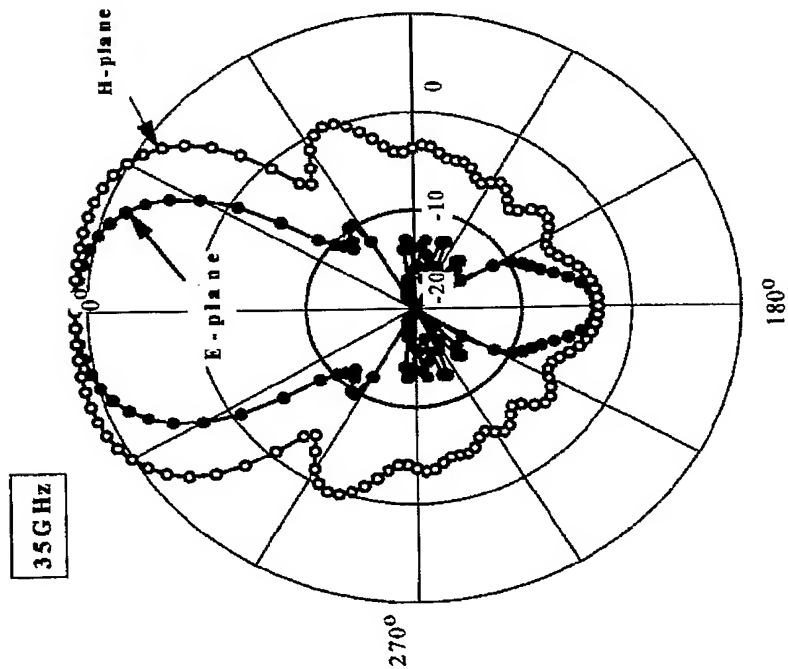
誘電体基板有り (B)

$\epsilon_r = 3.7$      $h = 0.2\text{mm}$

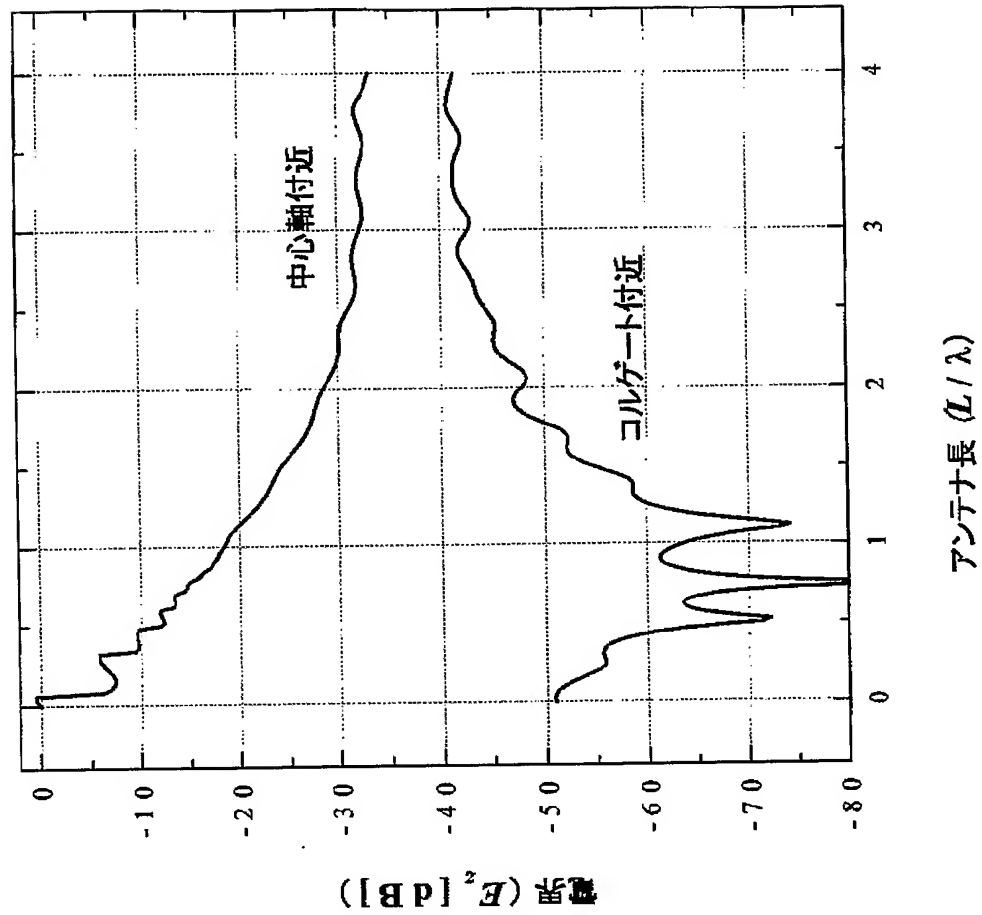


誘電体基板無し (A)

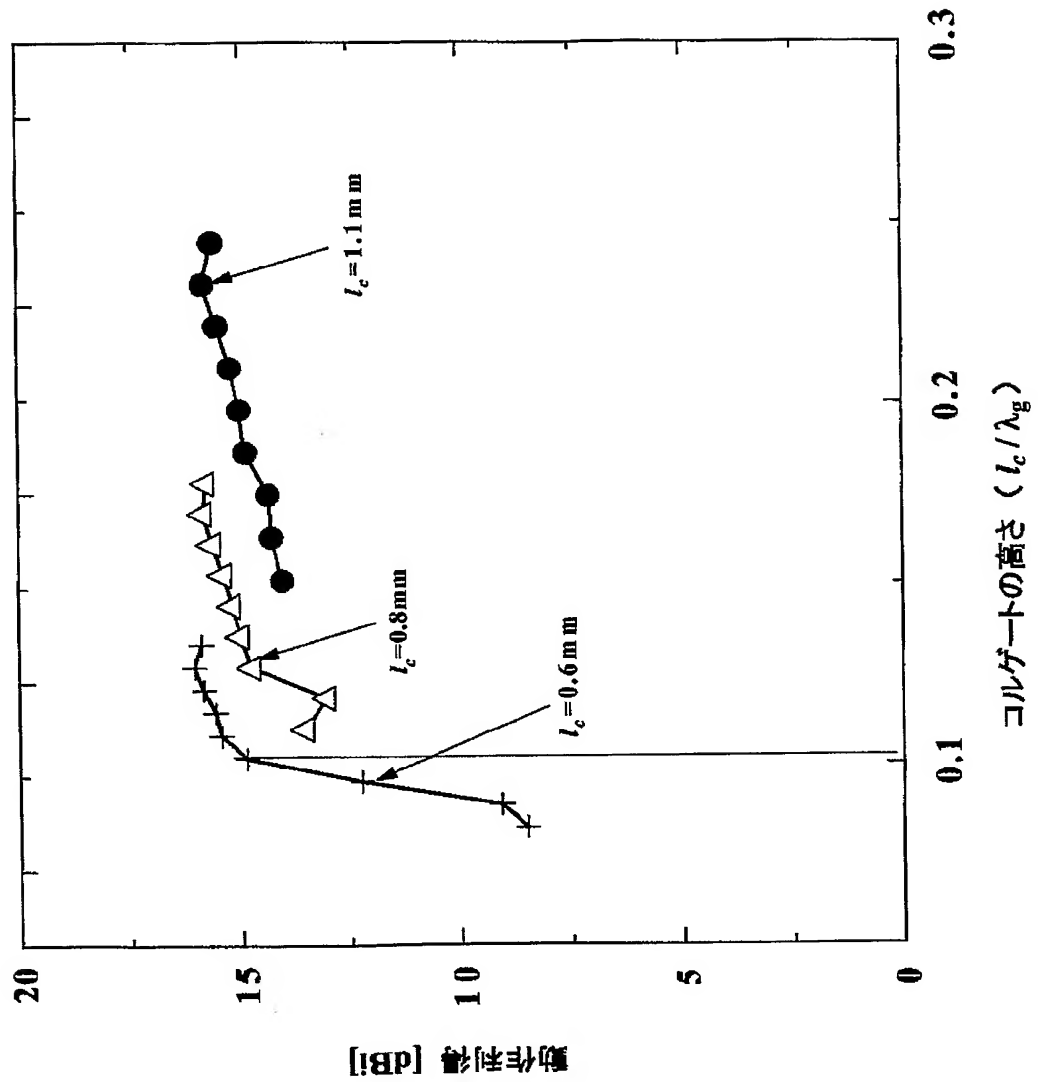
$\epsilon_r = 1$  (Air)



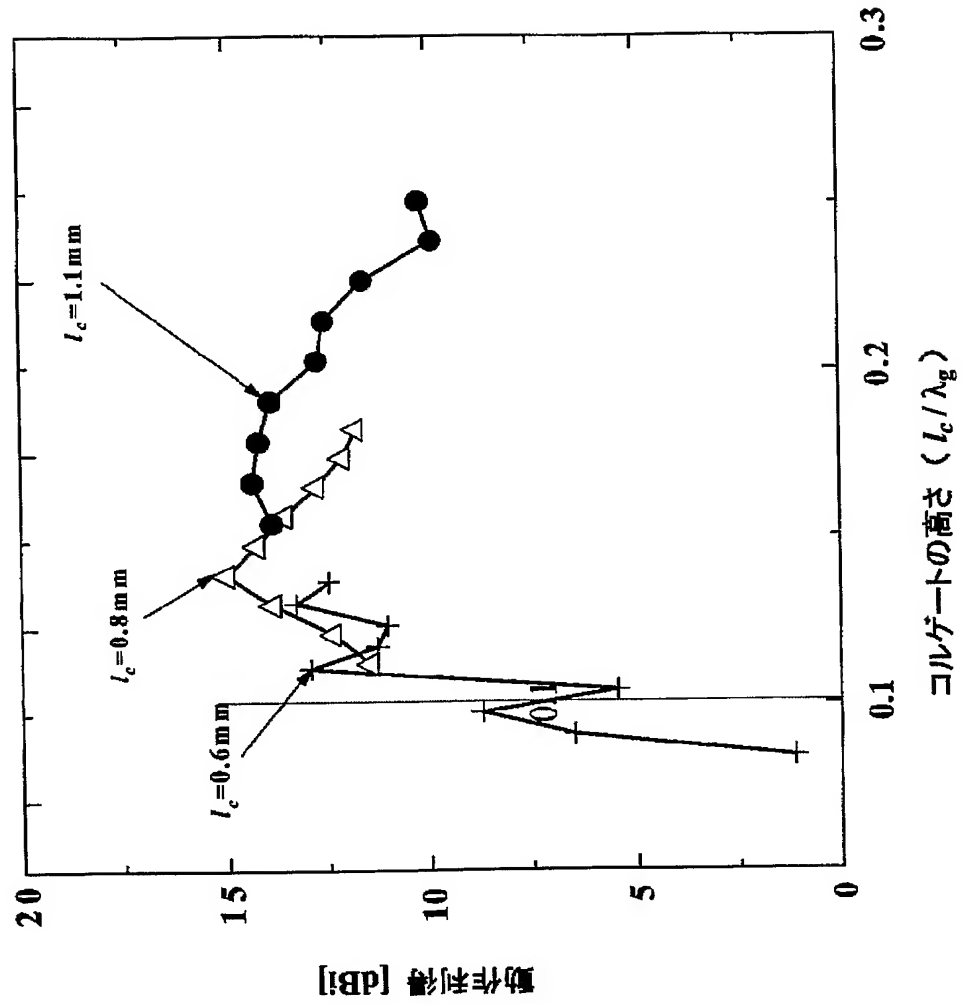
【図 4】



【図 5】



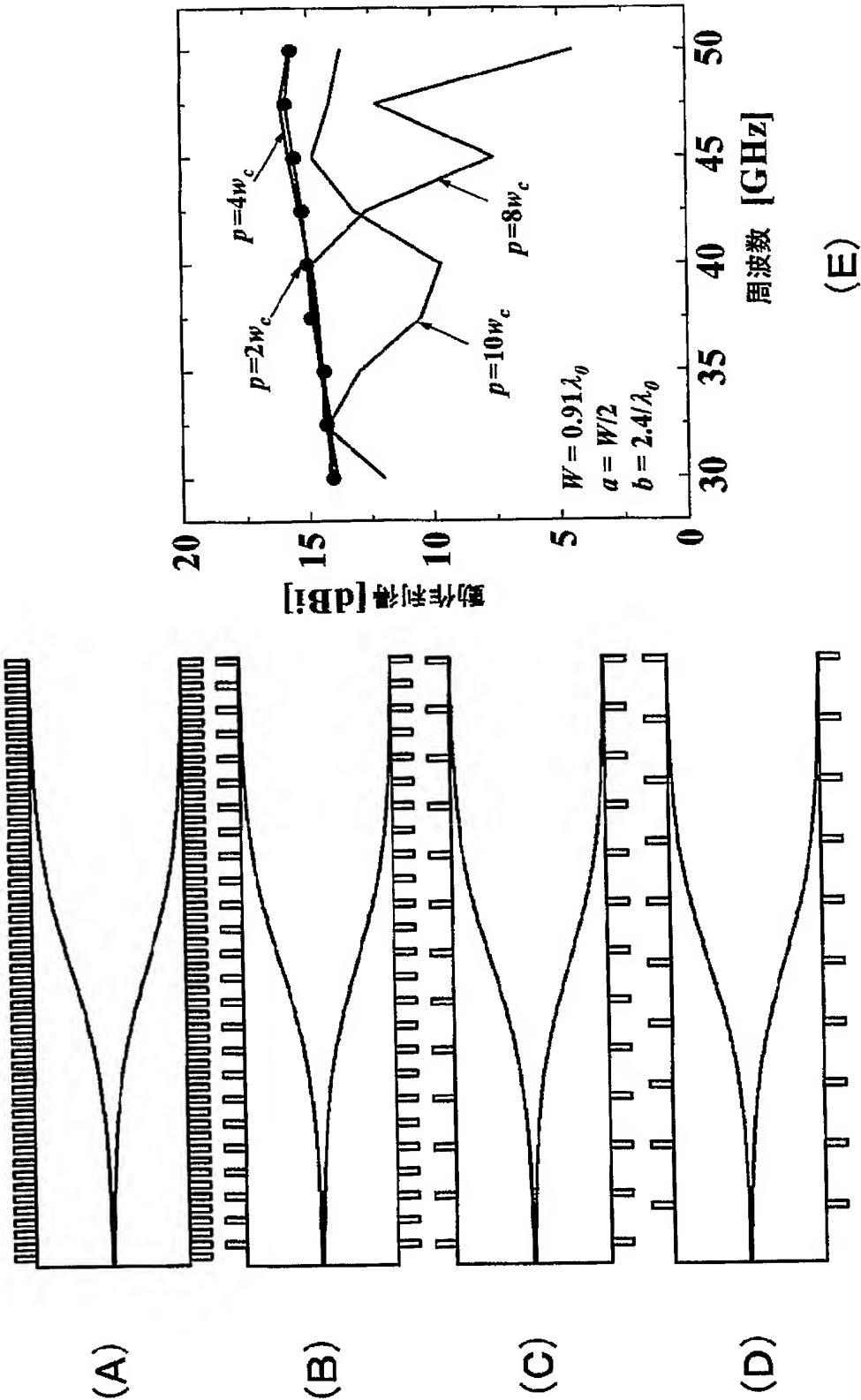
【図 6】



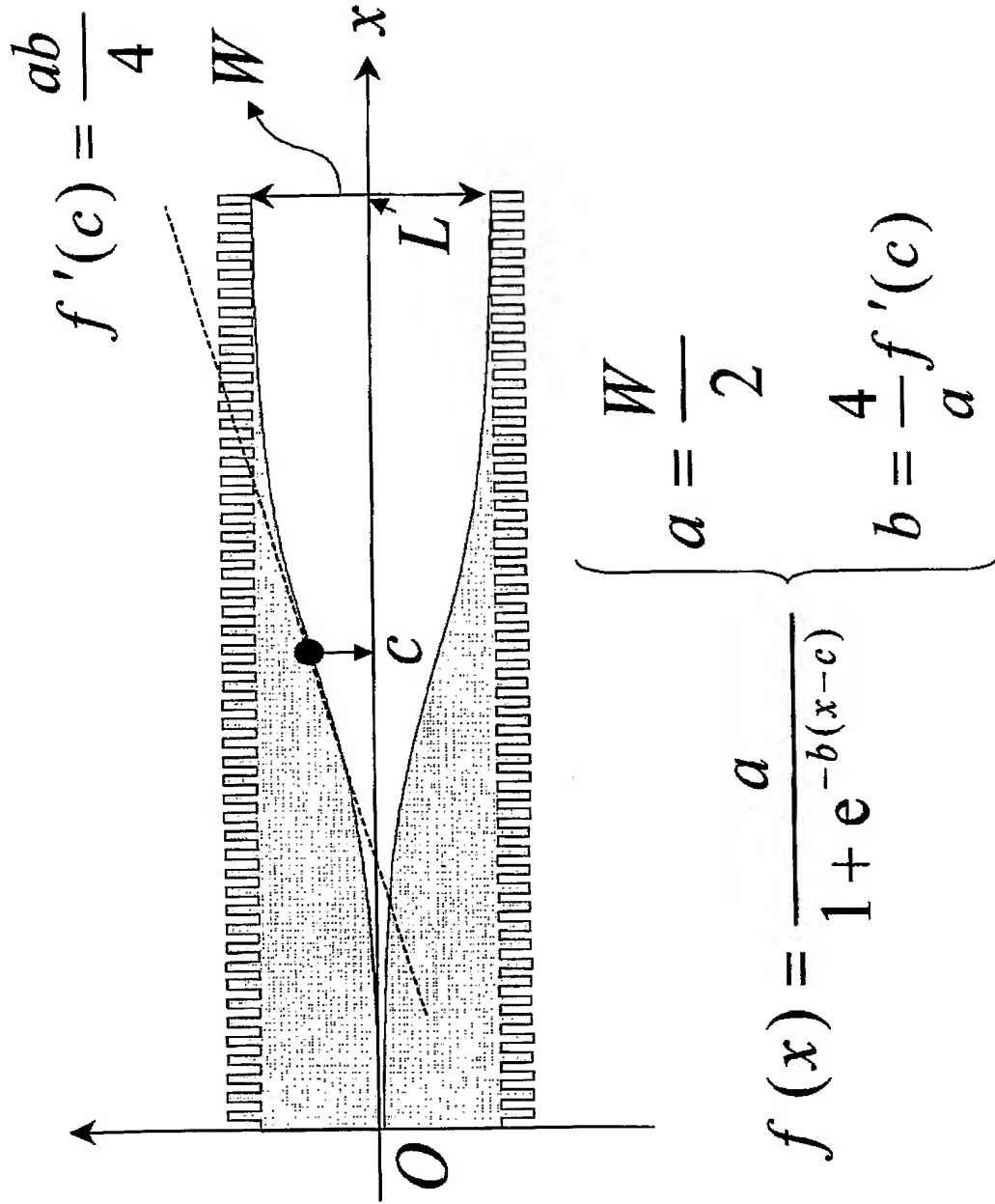
$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$\epsilon_r = 9.8$$

【図 7】

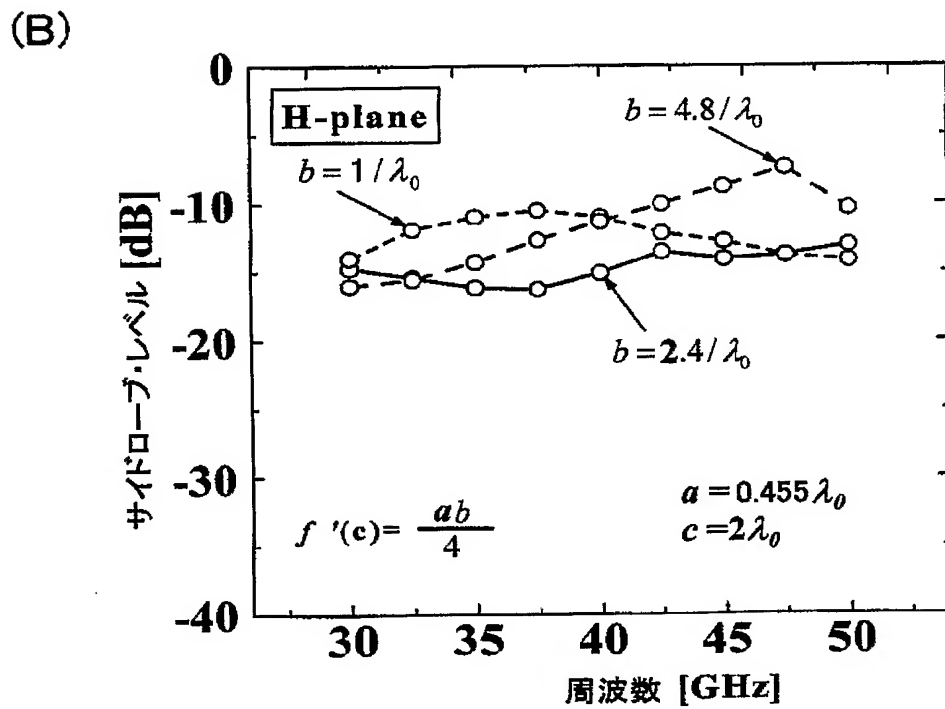
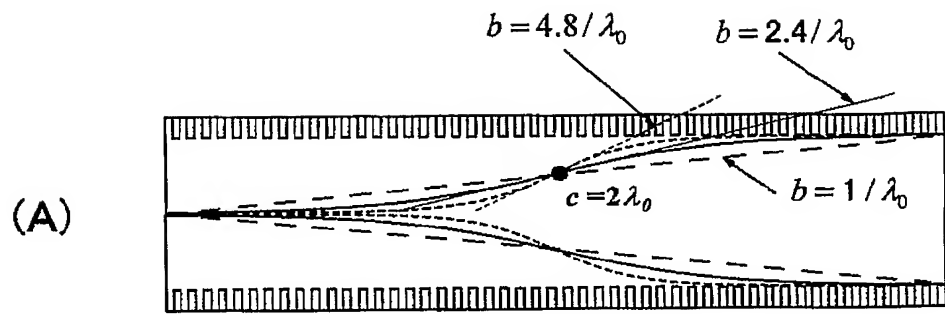


【図 8】

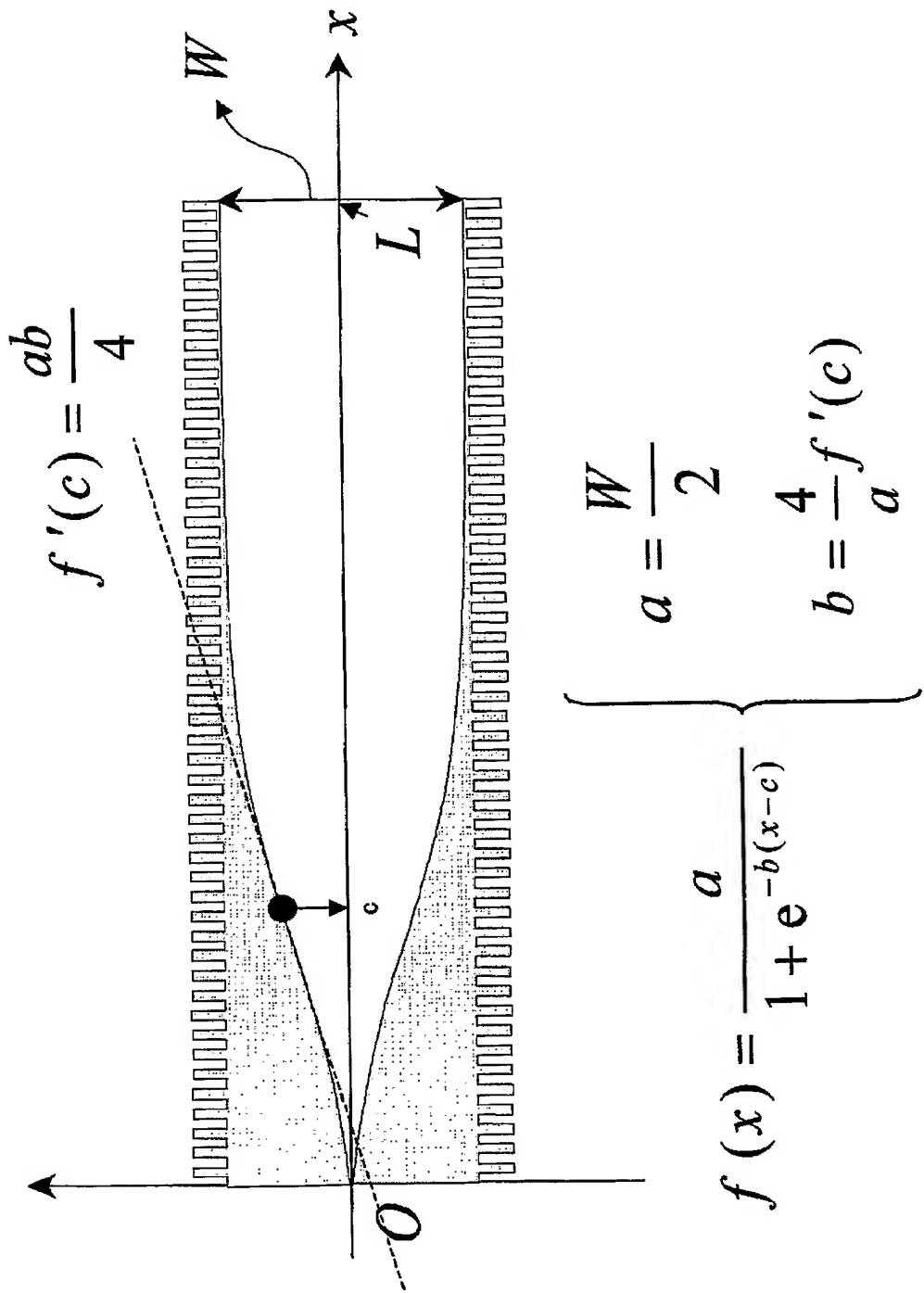




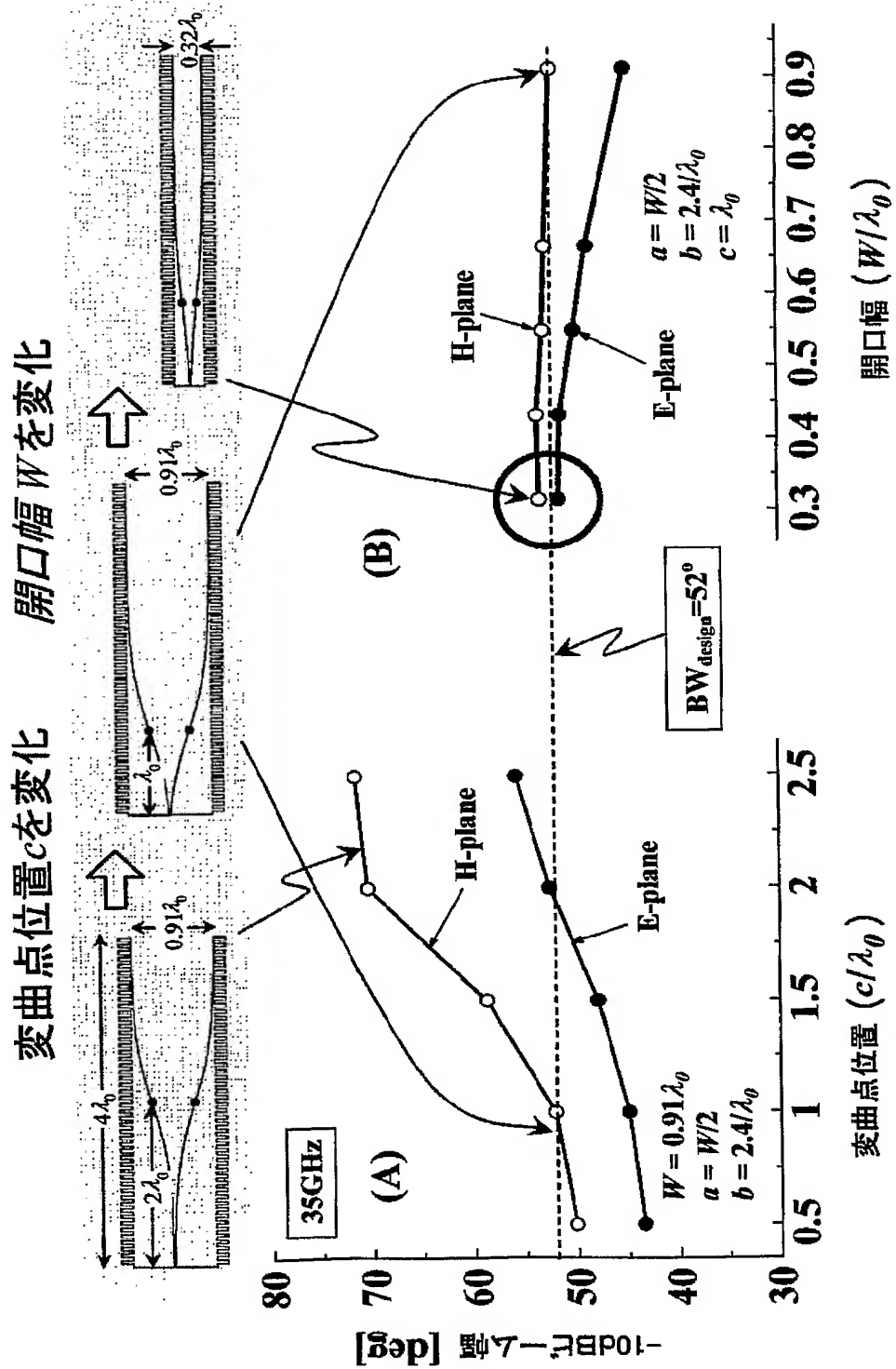
【図 9】



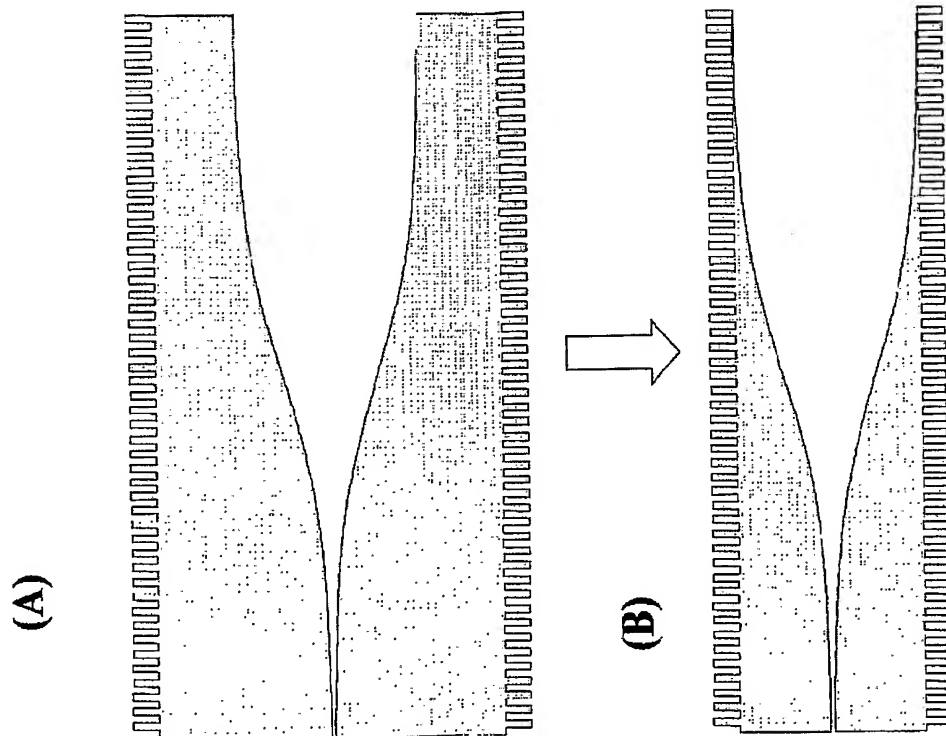
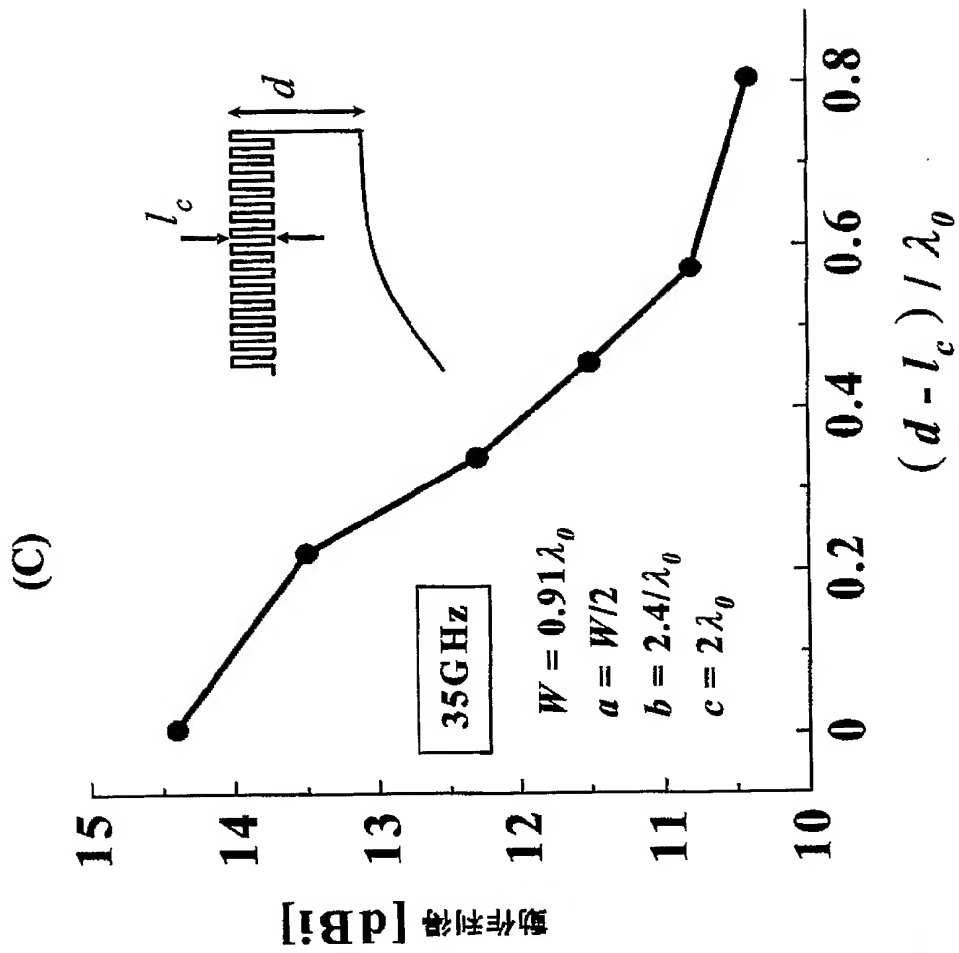
【図 10】



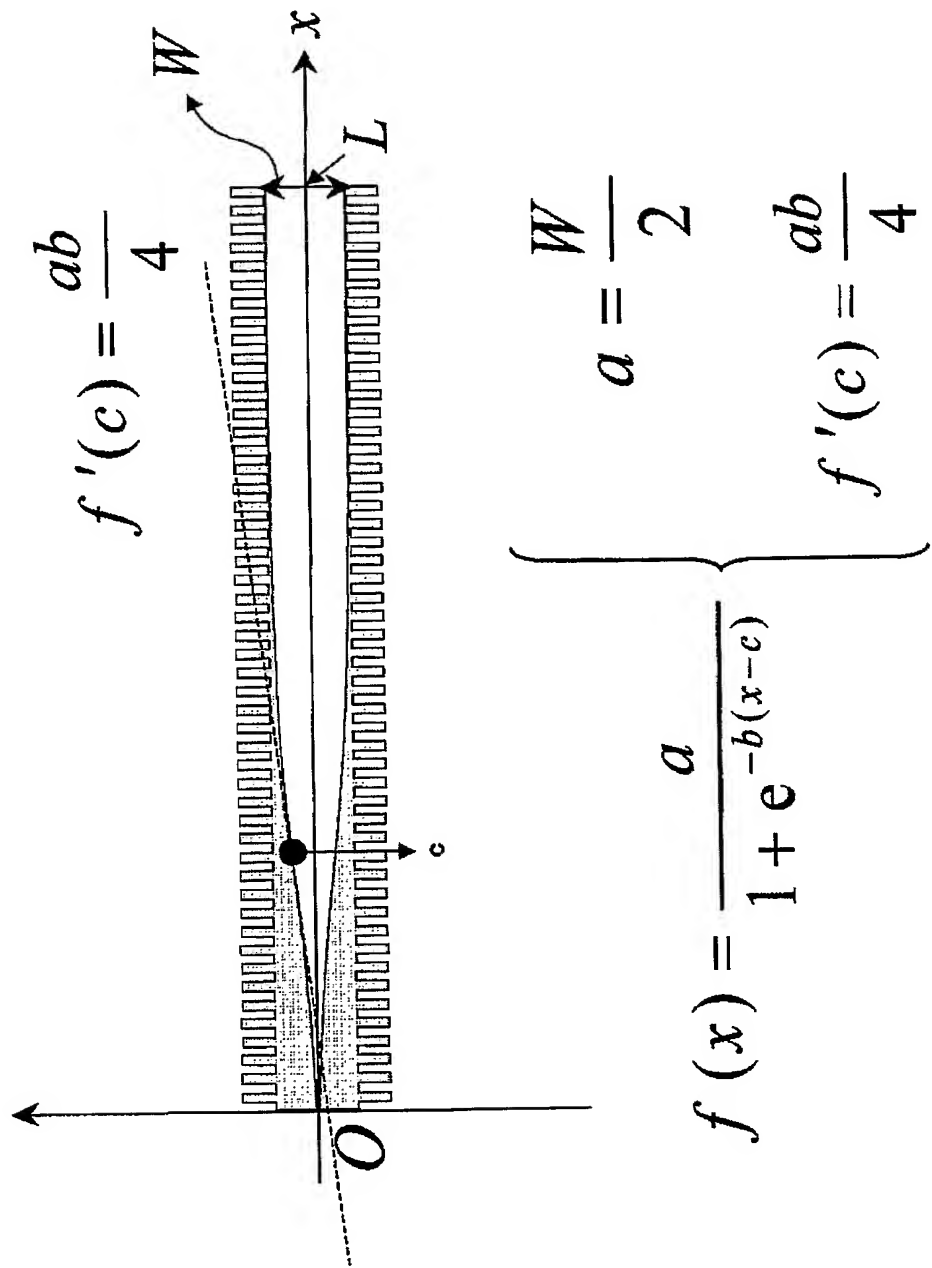
【図 11】



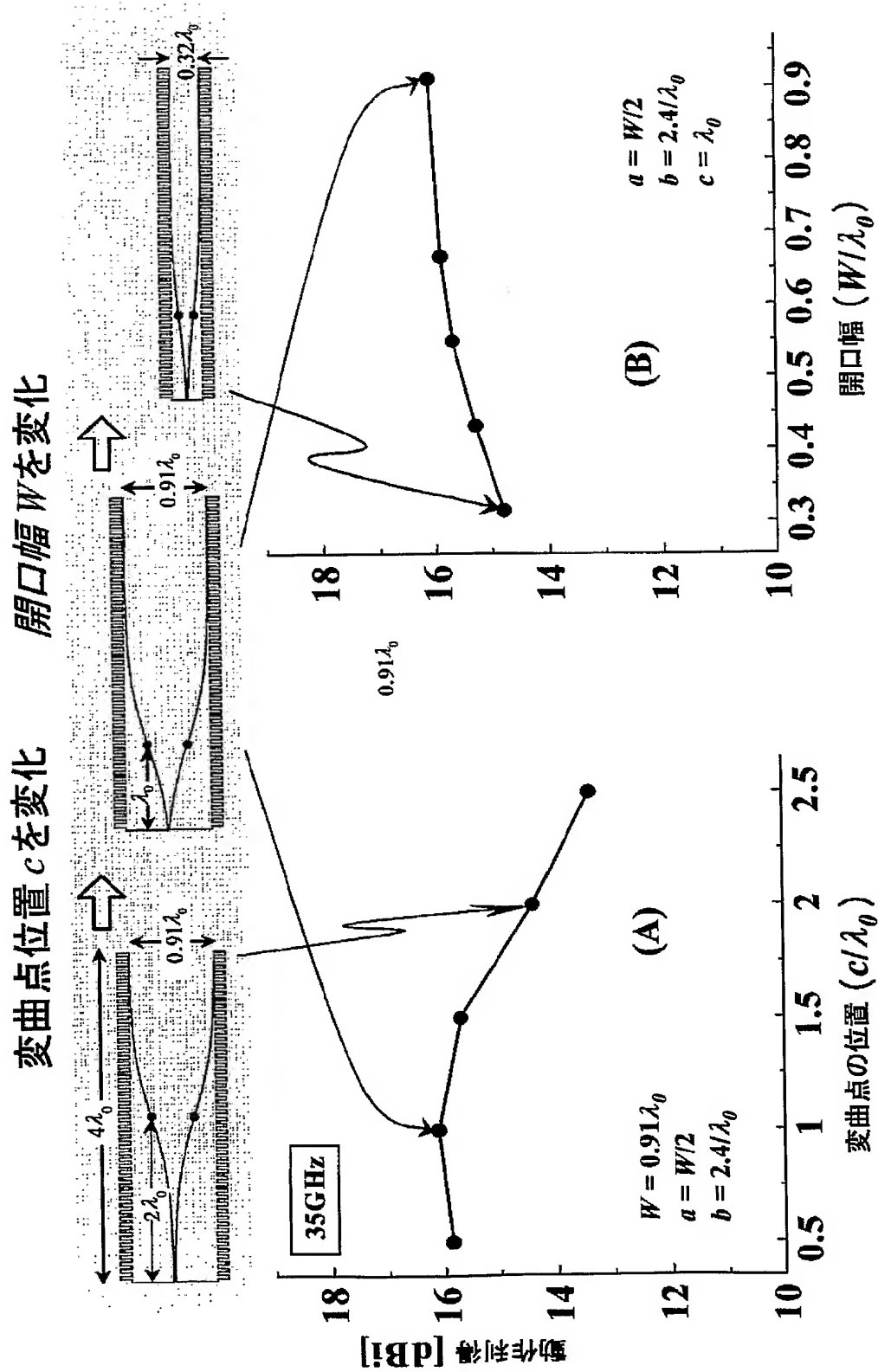
【図 12】



【図 13】



【図 14】

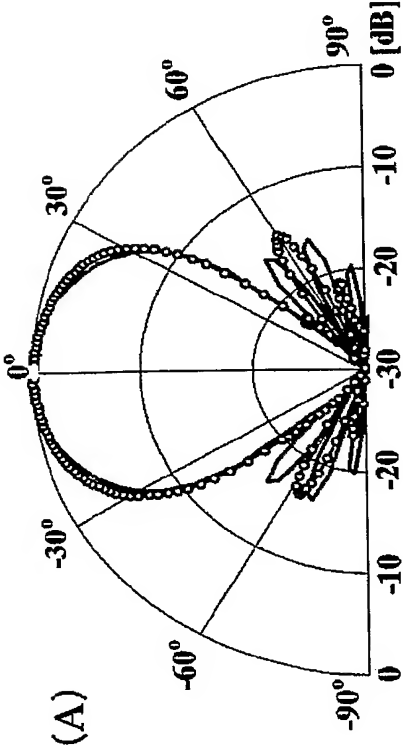


【図 15】

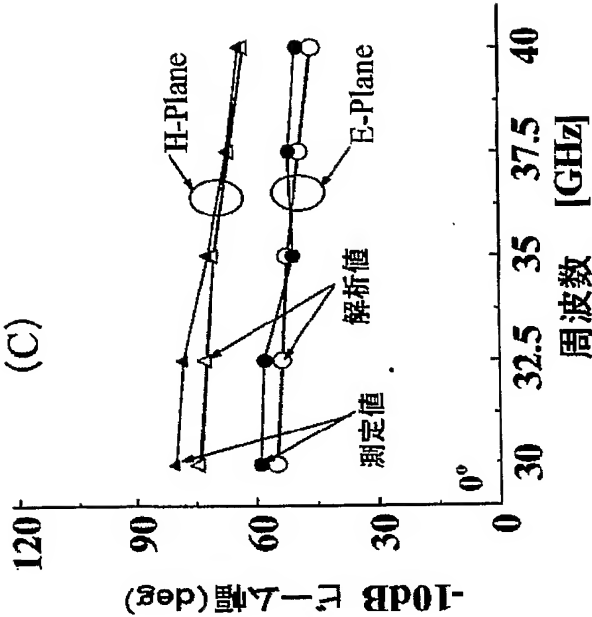
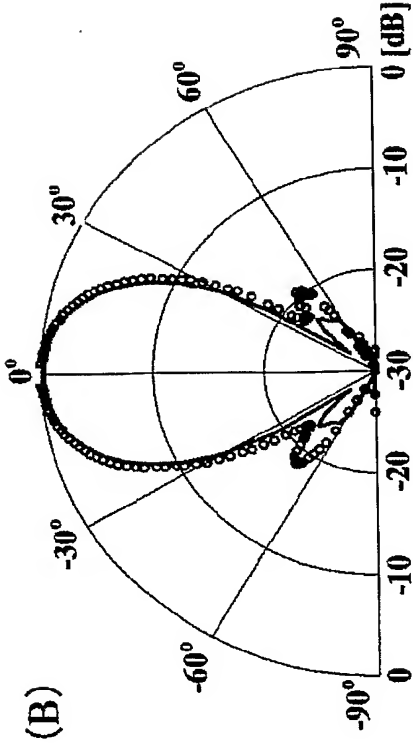
最適化前のアンテナの放射パターン

35GHz

H-Plane



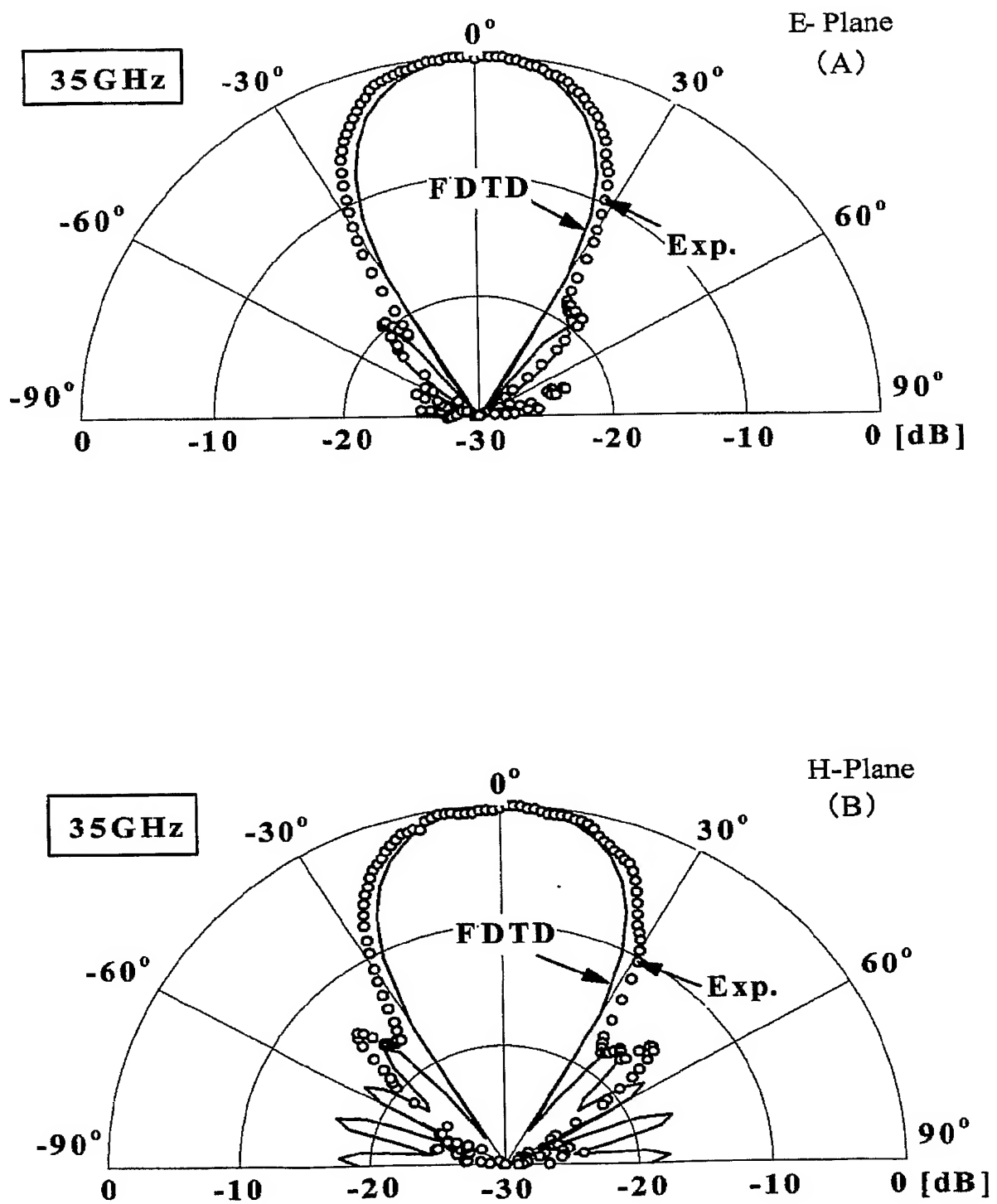
E-Plane



○ 測定値 — 解析値

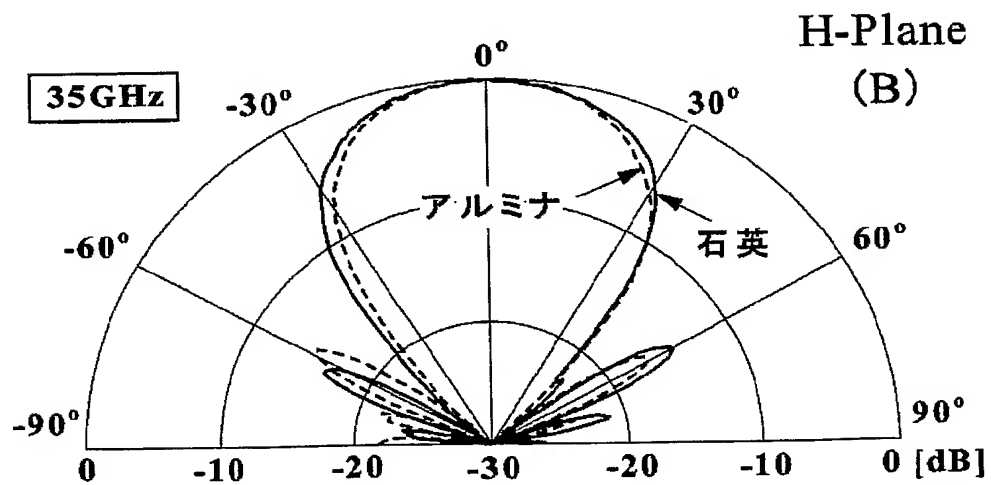
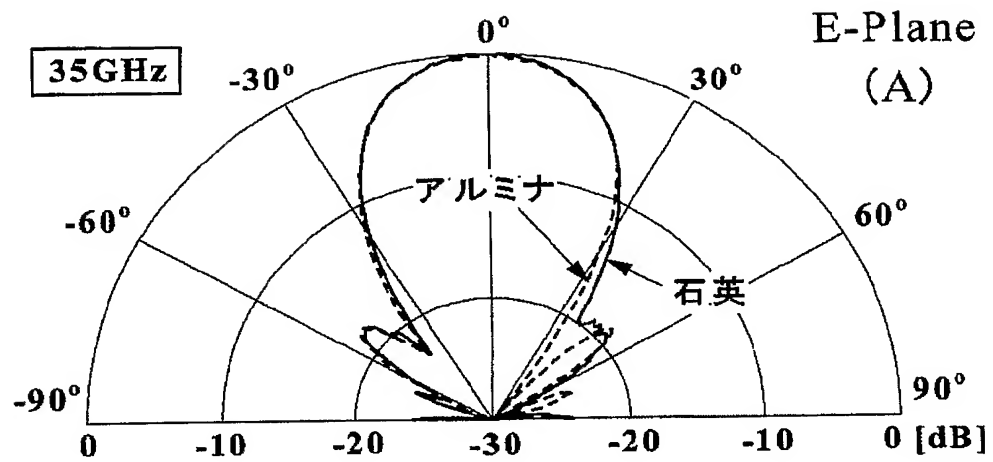
【図 16】

## 最適アンテナの放射パターン



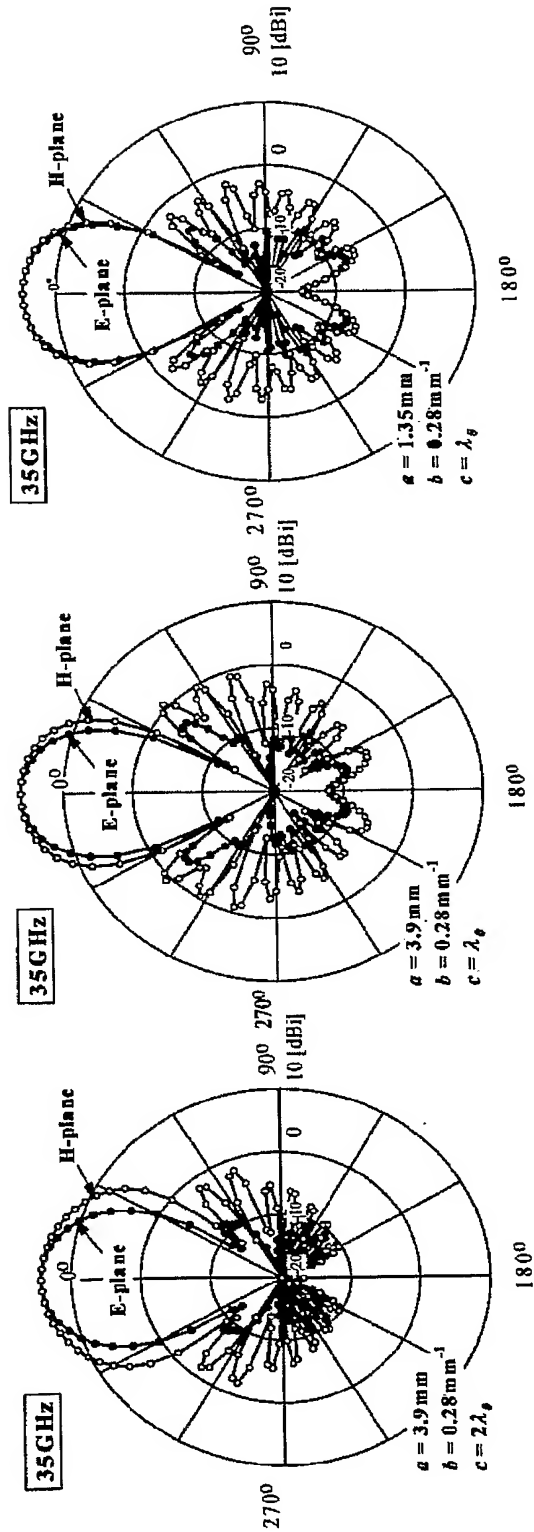
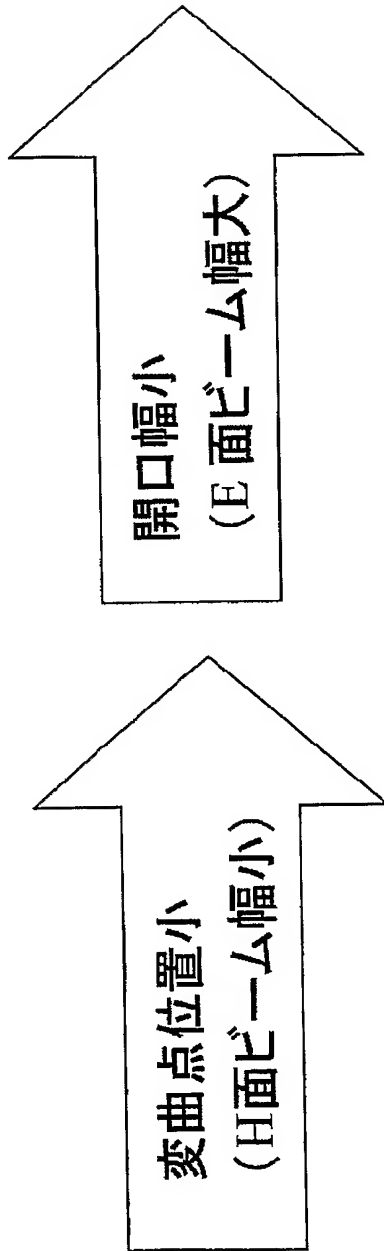


【図 17】



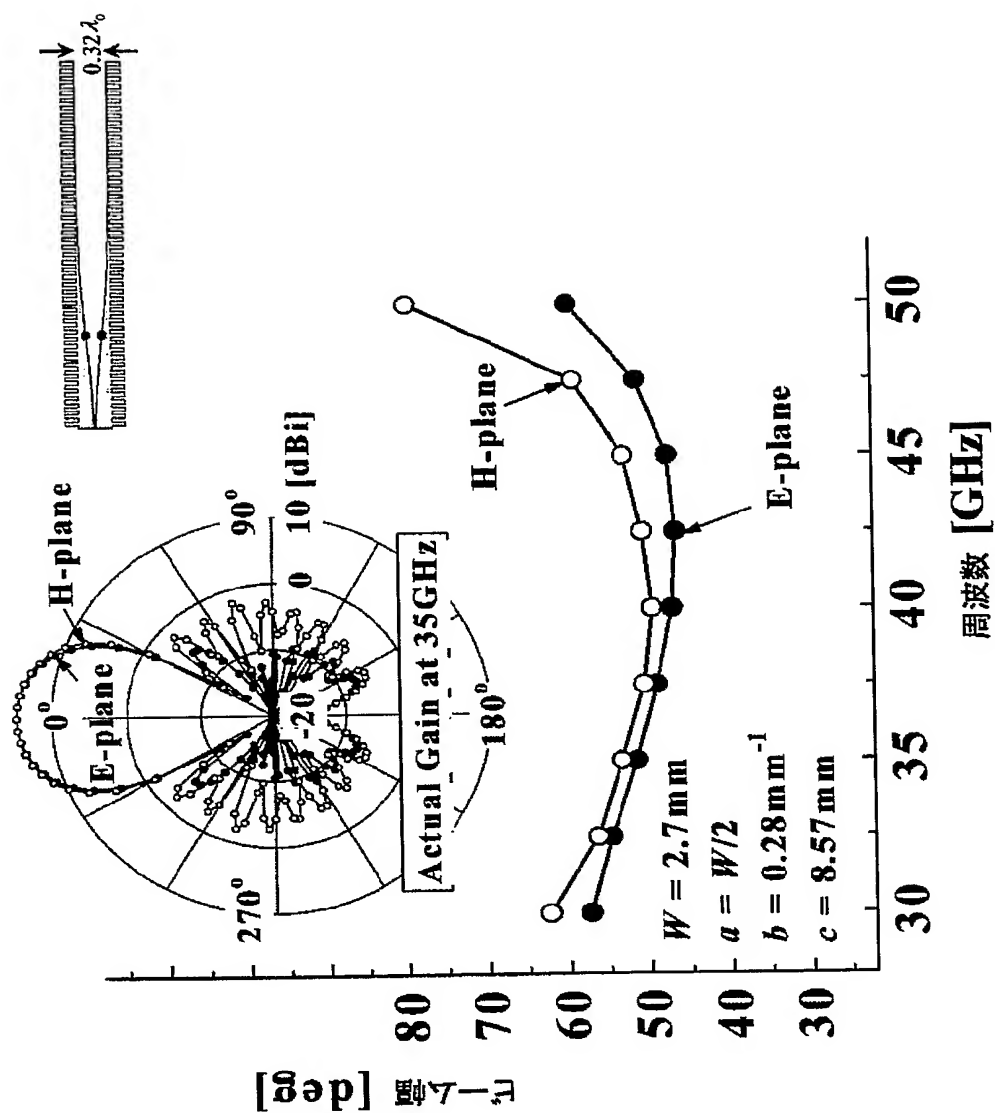
実効厚が等しい石英とアルミナを用いた場合の放射パターン

【図 18】

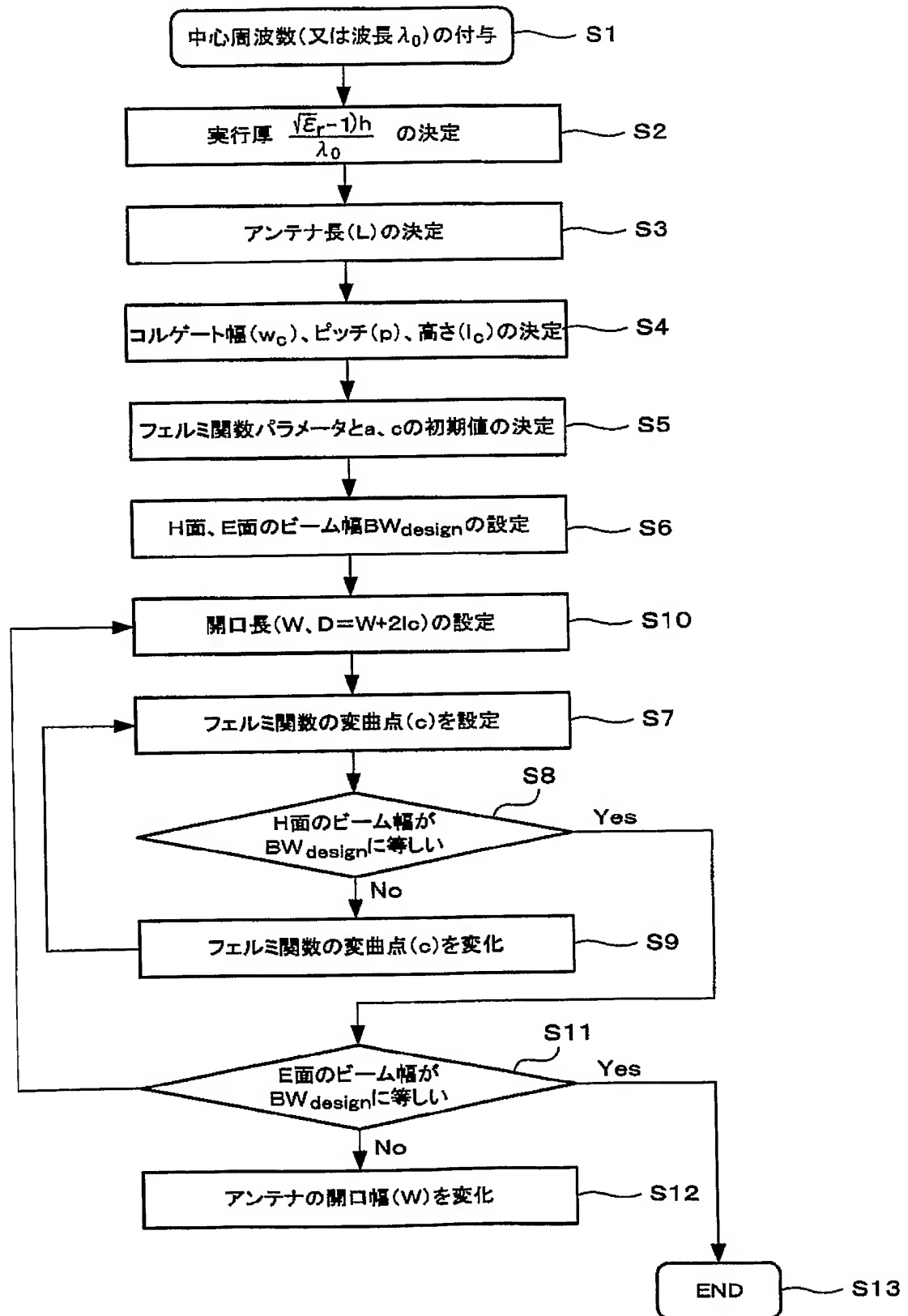


動作利得14.8dBi  
E面サイドローブレベル-20.2dB  
H面サイドローブレベル-16.8dB

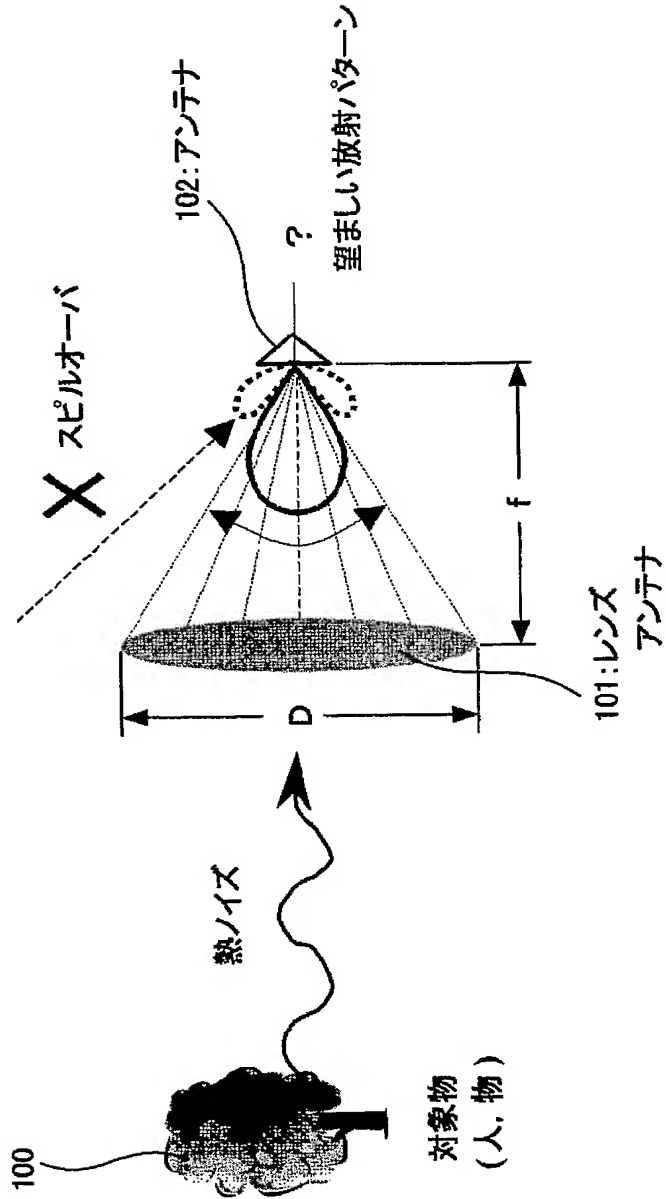
【図 19】



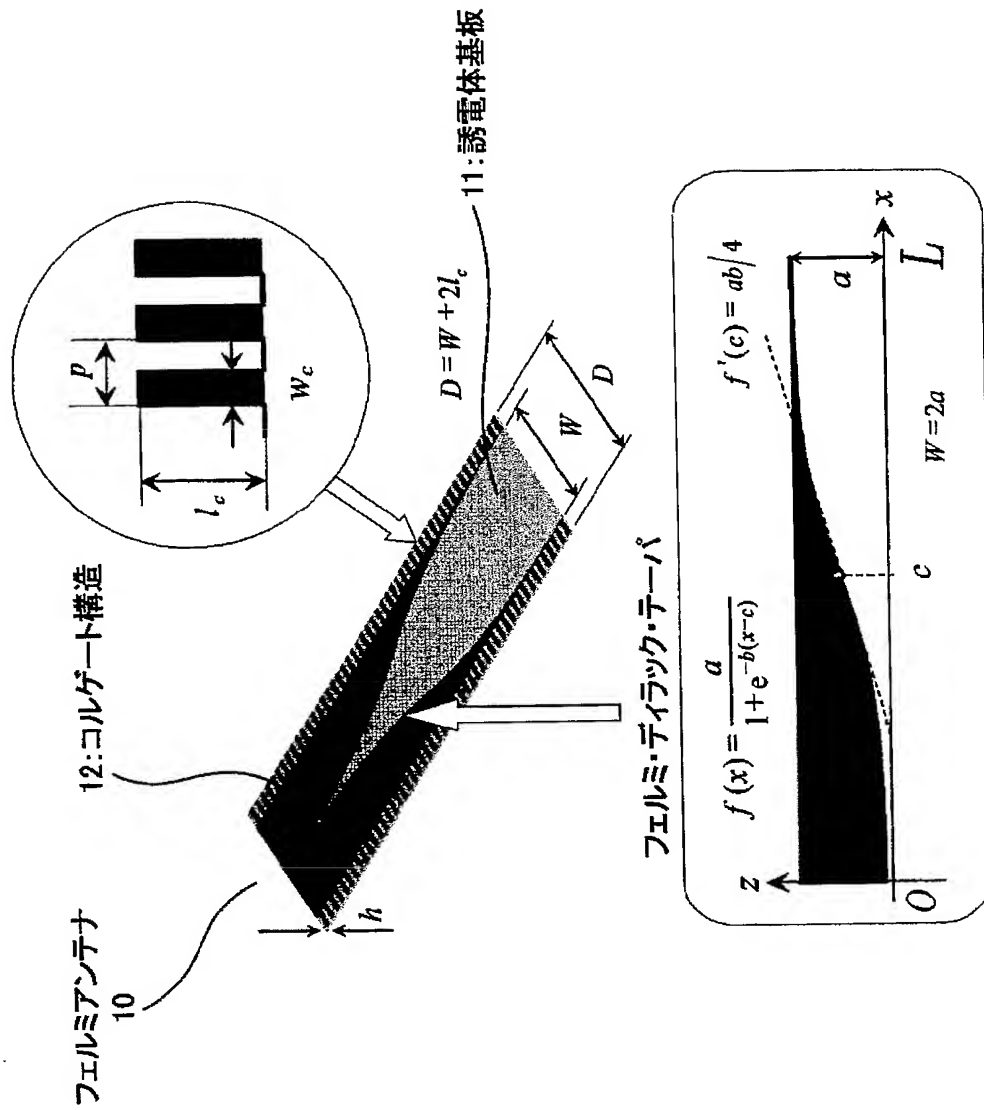
【図 20】



【図 21】



【図 22】



【図 23】

寸法の名称	[mm]	$ \lambda_o @35\text{GHz}$
アンテナ長 $L$	34.28	4
開口幅 $W$	7.8	0.91
基板端・閉口端距離 $d$	1.15	0.13
基板幅 $D$	10.1	1.18
基板厚さ $h$	0.2	0.02
コルゲート長 $l_c$	1.1	0.13
コルゲート幅 $w_c$	0.3428	0.04
コルゲートピッチ $p$	0.6856	0.08
スロット線路幅 $w_s$	0.1	0.01

【書類名】要約書

【要約】

【課題】広帯域のフェルミアンテナを用いた円形指向性を持つ放射パターンの任意のビーム幅を得るための設計方法を提供すること。

【解決手段】ミリ波の受信画像化に必要な広帯域で円形指向性を有するコルゲート付フェルミアンテナの設計方法であって、まず、第1ステップとして、フェルミアンテナのテーパ関数であるフェルミディラック関数の変曲点を変化させて、H面のビーム幅を目標の指向性を有するビーム幅に設定する。H面のビーム幅が目標値に設定されると、次に、フェルミアンテナの開口幅を変化させて、E面のビーム幅を目標の指向性を有するビーム幅に設定する。このようにH面とE面のビーム幅を独立して調整し、目標値と一致させることに、広帯域かつ円形指向性を有するフェルミアンテナを短時間に設計することができる。

【選択図】

図 1



## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2004-058031
受付番号	50400342063
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0096
作成日	平成16年 3月 3日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】	503360115
【住所又は居所】	埼玉県川口市本町4丁目1番8号
【氏名又は名称】	独立行政法人 科学技術振興機構

## 【代理人】

申請人

【識別番号】	100122884
--------	-----------

【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿1丁目8番1号 新宿ビル 信友国際特許事務所
----------	------------------------------------

【氏名又は名称】	角田 芳末
----------	-------

## 【選任した代理人】

【識別番号】	100113516
--------	-----------

【住所又は居所】	東京都新宿区西新宿1丁目8番1号 新宿ビル
----------	-----------------------

【氏名又は名称】	磯山 弘信
----------	-------

【書類名】 手続補正書  
【提出日】 平成16年 3月12日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【事件の表示】  
    【出願番号】 特願2004- 58031  
【補正をする者】  
    【識別番号】 503360115  
    【氏名又は名称】 独立行政法人科学技術振興機構  
【代理人】  
    【識別番号】 100122884  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 角田 芳末  
    【電話番号】 03-3343-5821  
【手続補正1】  
    【補正対象書類名】 特許願  
    【補正対象項目名】 提出物件の目録  
    【補正方法】 追加  
    【補正の内容】  
        【提出物件の目録】  
        【物件名】 委任状 1

【物件名】

委任状

【添付書類】

委 任 状

1  097

平成 16 年 3 月 3 日

私は、識別番号 100122884 弁理士 角田芳末氏  
識別番号 100113516 弁理士 磯山弘信氏を以て代理人として  
下記事項を委任します。

記



1. 特許出願（特願 2004- 58031）に関する手続
1. 特願 2004- 58031 に基づく特許法第 41 条第 1 項又は実用新案法第 8 条第 1 項の規定による優先権の主張及びその取下げ
1. 上記出願に基づく特許法第 41 条第 1 項又は実用新案法第 8 条第 1 項の規定による優先権の主張及びその取下げ
1. 特願 2004- 58031 に関する出願の変更
1. 上記出願に関する出願の変更、出願の放棄及び出願の取下げ
1. 上記出願に関する拒絶査定に対する審判の請求及びその取下げ
1. 上記出願に関する補正却下の決定に対する審判の請求及びその取下げ
1. 上記出願に係る特許権、実用新案権、意匠権、商標権又は防護標章登録に基づく権利及びこれらに関する権利に関する手続並びにこれらの権利の放棄
1. 上記出願に関する特許法第 64 条の 2 第 1 項の規定による出願公開の請求
1. 上記出願に係る特許に対する特許異議の申立て又は商標（防護標章）登録に対する登録異議の申立てに関する手続
1. 上記出願に係る特許、特許権の存続期間の延長登録、意匠登録、商標登録、防護標章登録又は商標（防護標章）更新登録に対する無効審判の請求に関する手続
1. 上記出願に係る特許権に関する訂正の審判の請求及びその取下げ
1. 上記出願に係る商標登録に対する取消しの審判の請求に関する手続
1. 上記各項の手続に関する請求の取下げ、申請の取下げ又は申立ての取下げ
1. 上記各項に関し行政不服審査法に基づく諸手続をなすこと
1. 上記各項の手続を処理するため、復代理人を選任及び解任すること

住 所 埼玉県川口市本町四丁目 1 番 8 号  
名 称 独立行政法人科学技術振興機構  
代表者 理事長 沖村 憲樹



## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2004-058031
受付番号	20400490097
書類名	手続補正書
担当官	鈴木 康子 9584
作成日	平成16年 4月15日

## &lt;認定情報・付加情報&gt;

## 【提出された物件の記事】

【提出物件名】	委任状（代理権を証明する書面）	1
---------	-----------------	---

特願 2 0 0 4 - 0 5 8 0 3 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 5 0 3 3 6 0 1 1 5 ]

1. 変更年月日 2 0 0 3 年 1 0 月 1 日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 埼玉県川口市本町 4 丁目 1 番 8 号  
氏 名 独立行政法人 科学技術振興機構
2. 変更年月日 2 0 0 4 年 4 月 1 日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 埼玉県川口市本町 4 丁目 1 番 8 号  
氏 名 独立行政法人 科学技術振興機構